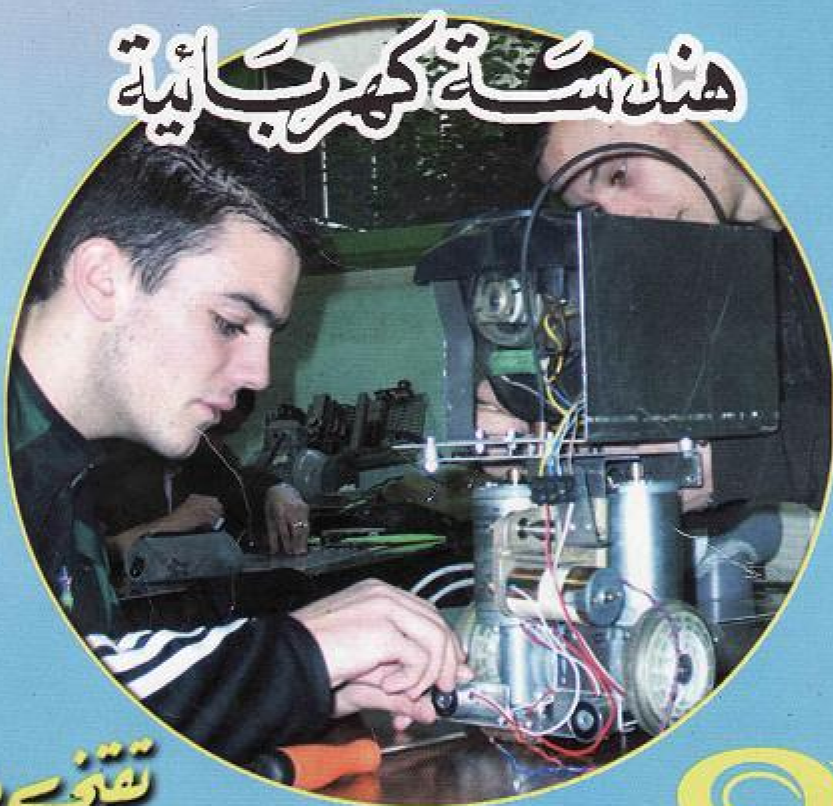
الجزء الاول 01

كتاب التكنولوجيا

هندسة كهربائية



تقني رياضي

3 AS

السنة الثالثة ثانوي



وفق المنهاج الجديد لوزارة التربية الوطنية

كتاب التكنولوجيا

هندسة كهربائية

تقني رياضي

3AS

تأليف وإعداد

سفيان عاشور: أستاذ مهندس

الطيب سلمان: أستاذ مهندس

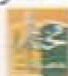
حسيبة مناصر: أستاذة مهندسة

تحت إشراف مفتشي المادة

براهم لبطاحي

السعيد بن سالم

دار المختار للطباعة والنشر والتوزيع



بسم الله الرحمن الرحيم

تقــــديـــم

المنهـــاج و الكتـــاب

هذا الكتاب دعامة من دعائم المنهاج الجديد لأقسام السنة الثالثة تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، نجد فيه كـل المفـاهيم الضرورية اللازمة لفهم الوظائف الأولية للكهرباء.

ترتكز المقاربة بالمشاريع المقترحة على أنظمة حقيقية تجعل المتعلم في وضعية إشكالية ترغمه على النشاط لإيجاد الإجابات و الحلول المناسبة ، و تسهل إلى حد كبير عمل الأستاذ.

إنه الكتاب الثاني من سلسلة تكنولوجيا الهندسة الكهربائية ، وهو يهدف أساسا إلى تحقيق جملة من الكفاءات:

- أن يكتسب المتعلم القدرة على الإعلام ، والاتصال و استغلال الوثائق و المستندات.
- أن يتمكن المتعلم من تحليل نظام تقني أو عنصر تقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يتعرف المتعلم على الهياكل المادية في نظام تقني والتي تسمح بانجاز الوظائف الموجودة.
- أن يستطيع المتعلم تحليل تشغيل النظام التقني أو العنصر التقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يوظف معلوماته ومكتسباته في إبداع و إنجاز نظام تقني أو عنصر تقني بسيط آلي أو غير آلي ،أو جهاز تحكم وفق معطيات دفتر الشروط.

محتويـــات الكتـــاب

لقد أنجز هذا الكتاب بهدف إعطاء المتعلمين المفاهيم الإبتدائية الأساسية في مجالات الإلكترونيك و الإلكتروتقني و الآليات حسب خطوات مشروع لتنمية روح الاستقلالية و المبادرة عند المتعلم في تسيير مختلف نشاطاته. لقد عملنا على جعل محتوياتـــه تتماشـــى و روح المنهاج الجديد في إطار الإصلاح الشامل لمنظومتنا التربوية ، فقدمنا العناصر الضرورية لانجاز نشاطات تعلم متنوعة : تجريبية، وصفية، توثيقية و باستعمال الإعلام الآلي.

هذا الكتاب موجه نحو اكتساب الطرق الملائمة لفهم الأنظمة ، فهو يدمج و ينظم و يهيكل المعارف اللازمة للتـــدخل فـــي نظـــام حقيقي أو جزء من نظام تقني أو عنصر تقني في نظام.

الهيكلة المعتمدة في كل فصل لا تمثل بالضرورة نموذجا بيداغوجيا وحيدا ، لكنها تمنح الإطار المنطقي لدراسة الأنظمة.

صمم الكتاب بطريقة تتماشى مع البرنامج الجديد لوزارة التربية الوطنية الذي هو تطوير (في المحتوى العلمـــي و فـــي النظـــرة البيداغوجية) للبرنامج السابق لشعبة التكنولوجية فرع هندسة كهربائية الذي كان مبنيا على الأنظمة الآلية و على التحكم في تشغيلها . مع هذا الكتاب الجديد ، و كتاب السنة الثانية تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، إستراتيجية بيداغوجية توضع حيز التنفيـــذ بمنظـــور المقاربة بالكفاءات و العمل وفق خطوات مشروع حتى يتمكن المتعلم إلى الوصول (أو تحقيق) الكفاءات المنتظرة ، وهو يحتوي علـــى سبعة محاور :

1- وظيفة التغذية   2- وظيفة الإستطاعة   3- وظيفة تظخيم الإستطاعة   4- إكتساب ، تحويل المعلومات و الترشيح
5- المنطق التوافقي   6- وظيفة التحكم   7- الدارات المنطقية المبرمجة على شكل دارات متدمجة

تشكرات

نتقدم بالشكر الجزيل لكل الذين ساهموا في إنجاز هذا الكتاب من قريب أو من بعيد ونشكرهم :

- السيد مغزي مفتش التربية و التكوين و رئيس اللجنة المتخصصة للهندسة الكهربائية على نصائحه و توجيهه.
- السيد تدلاوي فيصل إلياس مدير متقنة بوفاريك القديمة باحتضان مؤسسته لجنة التأليف .
- السيد بوسعود مقران مفتش التربية و التكوين هندسة كهربائية على نصائحه و توجيهه .
- السيدة يحياوي أستاذة مهندسة في متقن قصر البخاري على مساهمتها القيمة .

دليل استعمال الكتاب +



القرص المرافق للكتاب

رقم الفصل



عنوان الفصل

مدخل الفصل

عنصر موضوع الدراسة

(تصميم مبدئي ، نظام ، دارة كهربائية)

مرجع الشكل (رقم الفصل - رقم الشكل)



صورة

المفاهيم الأساسية

تصميم أو جهاز



قوانين

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع 1.1

توجيه نحو المرجع في القرص المرافق أو داخل الكتاب

نتيجة

ملاحظة

نشاط

تمارين

تمرين تطبيقي



تمارين بإرشادات للحل

تمارين بإجابات مختصرة

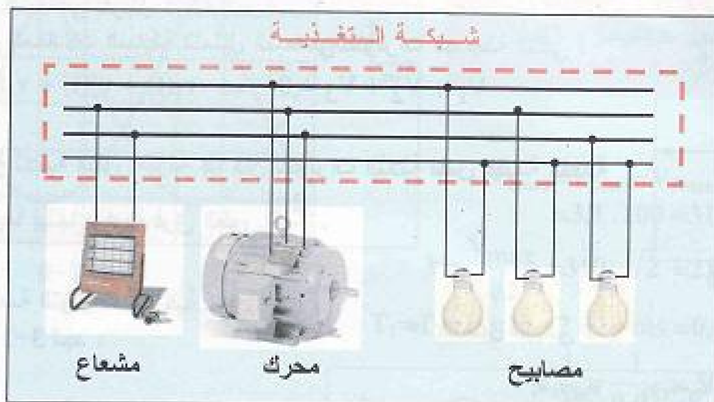
تمارين

تمارين بأجوبة اختيارية (QCM)

تمارين محلولة لاكتساب طريقة الحل

فهرس الجزء الاول

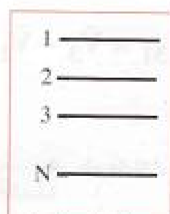
1 وظيـــفة الــتـــغـــذيـــة



الشكل 1-1

1/ محاسن التغذية ثلاثية الطور :

الآلات ثلاثية الأطوار لها استطاعات أكبر بـ 50% من الآلات أحادية الطور من نفس الكتلة و بالتالي يكون ثمنها أقل (يتناسب الثمن طردا مع كتلة الآلة) .
عند نقل الطاقة الكهربائية ، تكون الضياعات أقل في الثلاثي الطور .



الشكل 1-2

2/ شبكة التوزيع ثلاثية الطور المتزنة :

يتم التوزيع عن طريق أربعة (4) نواقل (أسلاك) :
- ثلاثة نواقل للأطوار و يرمز لها بـ 1 , 2 , 3 أو A , B , C أو R , S , T
- ناقل الحيادي و يرمز له بـ N .

3/ التمثيل البياني لشبكة التوترات ثلاثية الطور المتزنة :

بين نواقل شبكة التوزيع ثلاثية الطور هناك ستة (6) توترات متوفرة :
- توترات بسيطة بين الأطوار و الحيادي : v_1 , v_2 , v_3
- توترات مركبة بين الأطوار : u_{12} , u_{23} , u_{31} .

v1 u12 u31 1 v2 u23 2 v3 3 N شبكة التوزيع

الشكل 1-3

1-3/ دراسة التوترات البسيطة :

• التمثيل البياني :

التوترات متطاورة فيما بينها بزاوية $\frac{2\pi}{3}$ و لها نفس القيمة الفعالة .

• المعادلات الزمنية :

$$v_1(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t)$$

$$v_2(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t-\frac{2\pi}{3})$$

$$v_3(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t-\frac{4\pi}{3})$$

$V\sqrt{2}$ v1 v2 v3 O T t $-V\sqrt{2}$ $\frac{T}{3}$ $\frac{T}{3}$

الشكل 1-4

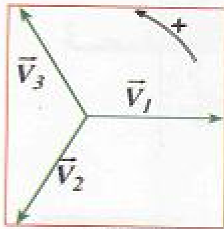
مع $V_{max} = V\sqrt{2}$ (التوتر الأعظمي) ، (V : التوتر الفعال)

$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ (ω: النبض ، f : تواتر الشبكة ، T : الدور)

- **التمثيل الشعاعي لفرينل :**

نستنتج من المعادلات السابقة التمثيل الشعاعي للتوترات البسيطة التالي :

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = \vec{0} \Rightarrow v_1(t) + v_2(t) + v_3(t) = 0$$



الشكل 1-5

- **تعريف :**

تكون الشبكة ثلاثية الطور **متزنة** إذا كان للتوترات الثلاثة نفس القيمة الفعالة و متطاورة فيما بينها بزاوية فرق الطور $\frac{2\pi}{3}$.

3-2/ دراسة التوترات المركبة :

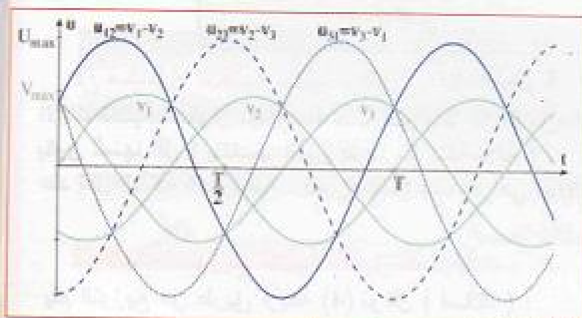
من الشكل 1-3 نجد :

$$u_{12} = v_1 - v_2 \Rightarrow \vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

$$u_{23} = v_2 - v_3 \Rightarrow \vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$$

$$u_{31} = v_3 - v_1 \Rightarrow \vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

- **التمثيل البياني :**



الشكل 1-6

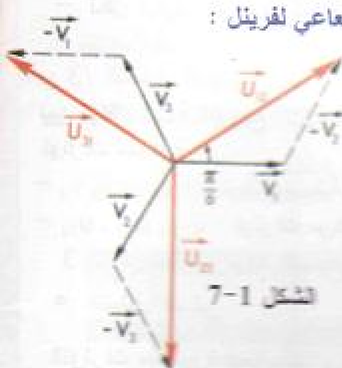
- **المعادلات الزمنية :**

$$u_{12}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

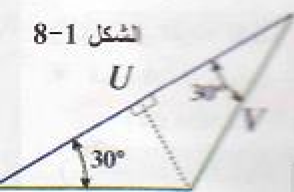
$$u_{23}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{31}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$

- **التمثيل الشعاعي لفرينل :**


الشكل 1-7

4/ العلاقة بين التوتر البسيط (V) و التوتر المركب (U) :



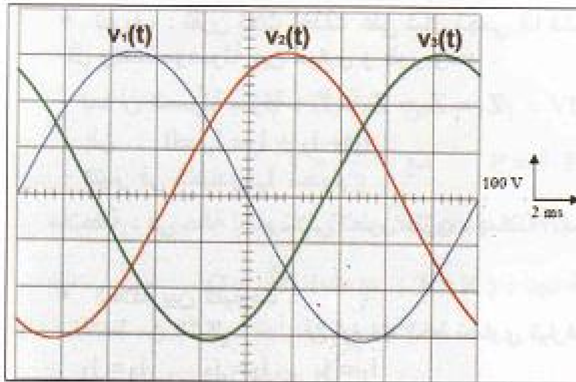
الشكل 1-8

$$U = 2V\cos 30 = 2V\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\boxed{U = V\sqrt{3}}$$

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 1-1 » « Réf 1-2 »

ملاحظة : شبكة التوزيع ثلاثية الطور المستعملة في الجزائر هي : ...V , 50 hz



الشكل 1-9

تمرين تطبيقي :

قمنا بمعاينة المقادير البسيطة باستعمال جهاز راسم الاهتزاز فتحصلنا على الإشارات الممثلة في الشكل 1-9 :

عيّن : السعة ، الدور ، التواتر و زاوية فرق الطور لكل إشارة .

الحـــل :

- السعة : $V_{1max}=V_{2max}=V_{3max}$ $=3,1 \cdot 100 = 310\ V$

$$V=\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}=310 \cdot \sqrt{2}\ =219,2 \approx 220\ V$$

- الدور : $T_1=T_2=T_3=10 \cdot 2 = 20\ ms = 0,02\ s$

- التواتر : $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0,02}=50hz$

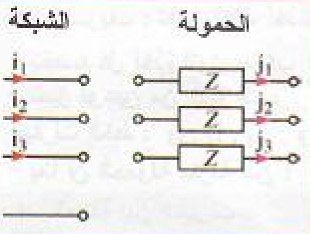
- فرق الطور : الفارق الزمني بين الإشارتين $v_1(t)$ و $v_2(t)$ هو θ حيث : $\theta = 3,3.2 = 6,6ms$

إذن فرق الطور φ بين الإشارتين هو : $\varphi=\frac{2\pi}{T}\cdot\theta=\frac{2\pi}{3}rad$

و بنفس الطريقة نجد : فرق الطور بين الإشارتين $v_1(t)$ و $v_3(t)$ هو $\frac{4\pi}{3}rad$

و فرق الطور بين الإشارتين $v_2(t)$ و $v_3(t)$ هو $\frac{2\pi}{3}rad$

5/ تغذية حمولة ثلاثية الطور المتزنة :



الشكل 1-10

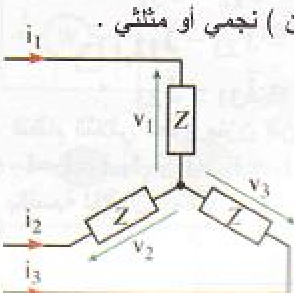
تعاريف :

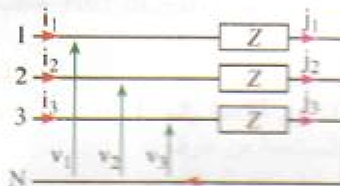
- حمولة ثلاثية الطور : هي حمولة متكونة من ثلاثة عناصر متماثلة ممانعتها Z .
- متزنة : لأن العناصر الثلاثة متماثلة .
- تيارات الخط : هي التيارات المارة في نواقل الشبكة ثلاثية الطور و يرمز لها بـــ I .
- تيارات الطور : هي التيارات المارة في العناصر Z للحمولة ثلاثية الطور و يرمز لها بـــ J .

ملاحظة : يمكن ربط الشبكة و الحمولة بطريقتين مختلفتين : ربط (إقران) نجمي أو مثلثي .

5-1/ الحمولة إقران نجمي :

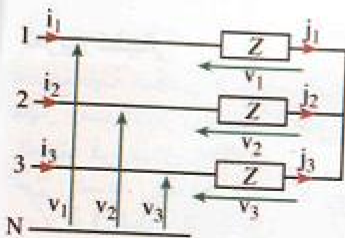
- التـــركيـــب :





الشكل 1-11

- الـــرمـــز : Y - ⅄



الشكل 1-12

- **تعريف** : تقرن ثلاث آخذات على شكل نجمي إذا كانت كل واحدة موصولة بين حيادي و طور واحد .

– بما أن الحمولة متزنة : $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z$

إذن : $i_1 + i_2 + i_3 = i_n = 0$

– التيار في الحيادي i_n معدوم .

ملاحظة : في حالة نظام ثلاثي الطور متزن ، يمكننا الاستغناء عن ناقل الحيادي .

- **العلاقة بين التيارات** :

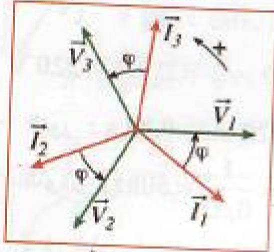
نلاحظ من الشكل أن تيارات الخط تساوي تيارات الطور :

$$i_1 = j_1 \quad , \quad i_2 = j_2 \quad , \quad i_3 = j_3$$

بما أن الحمولة و الشبكة متزنتان إذن : $I_1 = I_2 = I_3 = I = J$

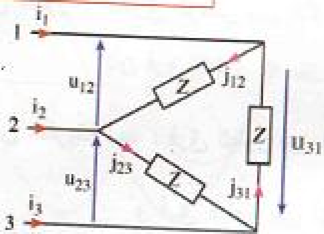
في حالة إقران نجمي لدينا : $\boxed{I = J}$

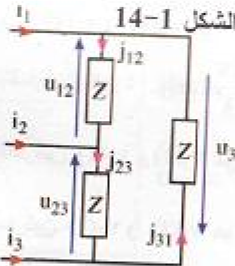
- **التمثيل الشعاعي** :


الشكل 1-13

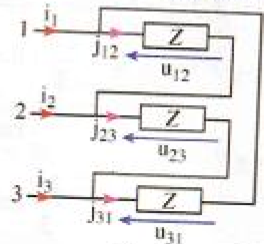
2-5/ الحمولة إقران مثلثي :

- **التـركيـب** :





الشكل 1-14



- **الـرمـز** : Δ
- **تعـريـف** : تقرن ثلاث آخذات على شكل مثلثي إذا كانت كل واحدة مربوطة بين طورين .

– تخضع كل آخذة لتوتر مركب : $U = V\sqrt{3}$

– نميز نوعين من التيارات :

تيارات الخط : i_1 , i_2 , i_3 و تيارات الطور (التيارات في الآخذات) : j_{12} , j_{23} , j_{31}

– بما أن الحمولة متزنة إذن : $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ و $j_{12} = j_{23} = j_{31}$

- **العلاقة بين التيارات** :

من الشكل 1-14 نجد :

$$i_1 = j_{12} - j_{31} \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$$

$$i_2 = j_{23} - j_{12} \Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$$

$$i_3 = j_{31} - j_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$

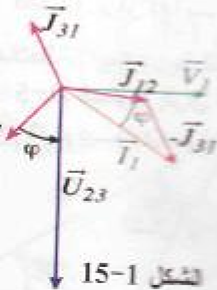
النظام الثلاثي الطور متزن إذن :

$J_{12}=J_{23}=J_{31}=J$ و $I_1=I_2=I_3=I$

بالنسبة للإقران المثلثي ، تكون العلاقة بين I و J مثل العلاقة بين U و V :

$$\boxed{I = J\sqrt{3}}$$

- **التمثيل الشعاعي** :


الشكل 1-15

6/ الاستطاعة في الثلاثي الطور :

6-1/ تركيب نجمي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد : $P_1 = VI\cos\varphi$ مع $\varphi = (\vec{I}, \vec{V})$
- الاستطاعة الفعالة الكلية : $P = 3 \cdot P_1 = 3VI\cos\varphi$ مع $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$
- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران نجمي : $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi \ (W)$
- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد : $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi \ (VAR)$
- الاستطاعة الظاهرية الكلية :

من مثلث الستطاعات : $S^2 = P^2 + Q^2$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{3U^2I^2\cos^2\varphi + 3U^2I^2\sin^2\varphi}$$

$$S = \sqrt{3}\ UI\ (VA)$$

S Q φ P

- عامل الاستطاعة : مثل النظام أحادي الطور ، عامل الاستطاعة هو نسبة الاستطاعة الفعالة على الاستطاعة الظاهرية $f_P = K = \frac{P}{S} = \cos\varphi$

6-2/ تركيب مثلثي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد : $P_1 = UJ\cos\varphi$ مع $\varphi = (\vec{J}, \vec{U})$
- الاستطاعة الفعالة الكلية : $P = 3 \cdot P_1 = 3UJ\cos\varphi$ مع $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$
- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران مثلثي : $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi \ (W)$
- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد : $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi \ (VAR)$
- الاستطاعة الظاهرية الكلية : $S = \sqrt{3}UI \ (VA)$
- عامل الاستطاعة : $f_P = K = \cos\varphi$

ملاحظة : مهما يكن نوع الاقران ، تعبر الاستطاعات بدلالة : التوتر المركب U و تيار الخط I

7/ قياس الاستطاعة الفعالة في الثلاثي الطور : الواطمتر



يسمح الواطمتر بقياس الاستطاعة الفعالة P في النظام الأحادي و الثلاثي الطور .
يحمل الجهاز أربعة مرابط : مربطين لقياس التوتر و مربطين لقياس التيار .
إذن يتحقق نوعان من الربط : ربط على التفرع (مثل الفولطمتر) لقياس التوتر و ربط على التسلسل (مثل الآمبيرمتر) لقياس التيار .



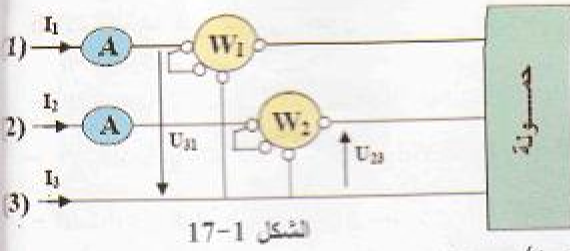
الشكل

7-1/ طريقة الواطمتر الواحد :

لقياس الاستطاعة الفعالة الكلية P الممتصة من طرف حمولة متزنة نقيس الاستطاعة في خط واحد ثم نضرب القيمة المقاسة في 3 .

$$P = 3 . P_1$$

7-2/ طريقة الواطمترين :



الشكل 1-17

- قياس الاستطاعة الفعالة :

حسب تمثيل فرينل : (الشكل 1-18)

- إستطاعة الواطمتر 1 (P_1) :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(\bar{I}_1, \bar{U}_{31}) = U \cdot I \cdot \cos\alpha_1 \quad \text{......(1)}$$

- إستطاعة الواطمتر 2 (P_2) :

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(\bar{I}_2, \bar{U}_{23}) = U \cdot I \cdot \cos\alpha_2 \quad \text{......(2)}$$

بما أن الحمولة متزنة إذن : $Z_1=Z_2=Z_3=Z$ ، $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$

نستخرج الزوايا α_1 و α_2 من تمثيل فرينل :

حساب α_1 : $\delta + \varphi + \alpha_1 = 180^\circ$ و $\delta + 30^\circ = 180^\circ$

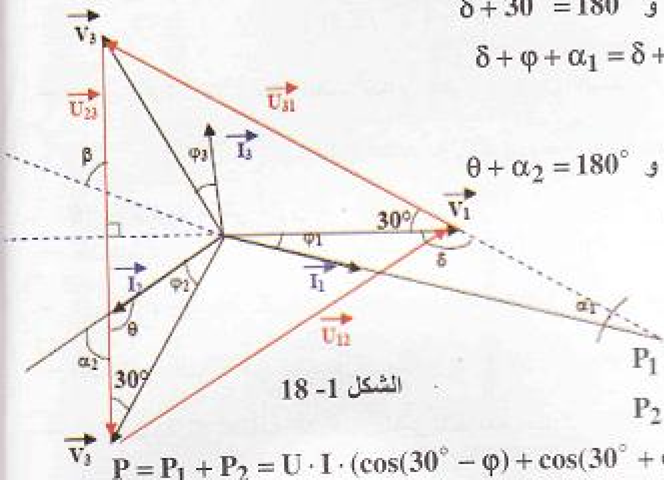
و منه : $\delta + \varphi + \alpha_1 = \delta + 30^\circ \Rightarrow \alpha_1 + \varphi = 30^\circ$

$$\alpha_1 = 30^\circ - \varphi$$

حساب α_2 : $\theta + \varphi + 30^\circ = 180^\circ$ و $\theta + \alpha_2 = 180^\circ$

و منه : $\theta + \varphi + 30^\circ = \theta + \alpha_2$

$$\alpha_2 = 30^\circ + \varphi$$



الشكل 1- 18

إذن :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(30^\circ - \varphi) \quad \text{—— (1)}$$

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(30^\circ + \varphi) \quad \text{—— (2)}$$

الاستطاعة الفعالة الكلية :(3)

$$P = P_1 + P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30^\circ - \varphi) + \cos(30^\circ + \varphi))$$

نعلم أن : $\cos(a-b) = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b$

$\cos(a+b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$

إذن : $\cos(a+b) + \cos(a-b) = 2 \cdot \cos a \cdot \cos b$

بالتعويض في العلاقة (3) نجد :

$$P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \cos 30 \cdot \cos\varphi \Rightarrow P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

نستنتج أن الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور متزنة تساوي مجموع الاستطاعات المقاسة بواسطة الواطمترين W_1 و W_2 : $P = P_1 + P_2$

- قياس الاستطاعة الارتكاسية :

$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30 - \varphi) - \cos(30 + \varphi))$$

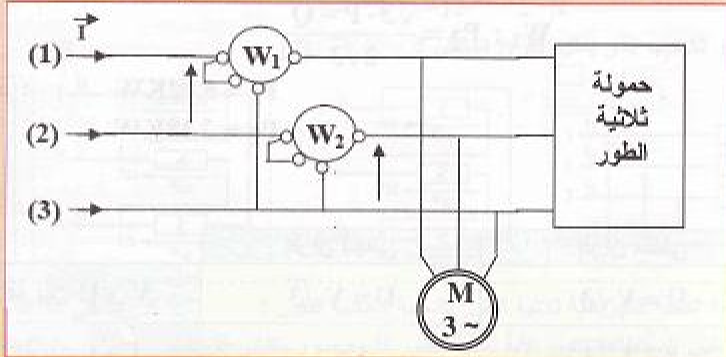
$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot 2 \cdot \sin 30 \cdot \sin\varphi = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin\varphi$$

$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot \sin\varphi = \frac{Q}{\sqrt{3}} \Rightarrow Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$$

تمرين تطبيقي :

منشأة كهربائية ثلاثية الطور 230 V / 400 V ; 50 Hz تحتوي على :

- محرك لامتزامن ثلاثي الطور 230 V / 400 V ذو استطاعة مفيدة P_U=3KW ، $\eta = 91\%$ و عامل استطاعة $\cos(\varphi) = 0,86$.
- حمولة ثلاثية الطور تمتص استطاعة فعالة P_R=4,5 KW و استطاعة ارتكاسية Q_R=4 Kvar .



1- كيف تقرن لفات المحرك ؟
2- أحسب الاستطاعة الفعالة P_M الممتصة من طرف المحرك ؟
3- أحسب الاستطاعة الارتكاسية Q_M الممتصة من طرف المحرك ؟
4- أحسب الاستطاعة الفعالة الكلية P الممتصة من طرف المنشأة ؟
5- أحسب الاستطاعة الارتكاسية الكلية Q الممتصة من طرف المنشأة ؟
6- استنتج الاستطاعة الظاهرية الكلية S للمنشأة ؟
7- استنتج تيار الخط I ؟
8- أحسب عامل الاستطاعة للمنشأة ؟
9- ما هي القيم التي يشير إليها الواطمترين P_1 وP_2 ؟

الحل :

1- إقران نجمي : 230 V هو توتر اللف الواحد و يوافق التوتر البسيط V للشبكة .

2- $$\eta = \frac{P_U}{P_M} \Rightarrow P_M = \frac{\eta}{P_U} = \frac{3 \cdot 10^3}{0,91} = 3,3KW$$

3- $$Q_M = P\tan\varphi = 1,96K\,var$$

4- $$P = P_R + P_M \qquad P = 3,3 \cdot 10^3 + 4,5 \cdot 10^3 = 7,8KW$$

5- $$Q = Q_M + Q_R \qquad Q = 1,96 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3 = 5,96K\,var$$

6- $$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad S = \sqrt{(7,8 \cdot 10^3)^2 + (5,96 \cdot 10^3)^2} = 9,8KVA$$

7- $$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \qquad I = \frac{9,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 14,2A$$

$$\cos(\varphi)=\frac{P}{S} \qquad \cos(\varphi)=\frac{7,8\cdot 10^3}{9,8\cdot 10^3}=0,796$$ -8

9- القيم التي يشير لها الواطمترين :

$$\begin{cases} P=P_1+P_2 \\ Q=\sqrt{3}\cdot(P_1-P2) \end{cases}$$

من المعادلتين نجد :

$$W_1 : P_1=\frac{\sqrt{3}\cdot P+Q}{2\sqrt{3}}$$

$$W_2 : P_2=\frac{\sqrt{3}\cdot P-Q}{2\sqrt{3}}$$

بالتعويض نجد :

$$P_1=5,62KW$$
$$P_2=2,18KW$$

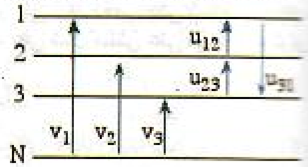
8/ الخلاصة :

	إقران نجمي	إقران مثلثي
العلاقة بين U و V	$U=V\sqrt{3}$	$U=V\sqrt{3}$
العلاقة بين I و J	$I=J$	$I=J\sqrt{3}$
زاوية فرق الطور	$\varphi\ (\vec{I},\vec{V})$	$\varphi\ (\vec{J},\vec{U})$
الاستطاعة الفعالة	$P=3\cdot P_1=3VI\cos\varphi$ $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$P=3\cdot P_1=3VJ\cos\varphi$ $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$
الاستطاعة الارتكاسية	$Q=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$Q=\sqrt{3}UI\cos\varphi$
الاستطاعة الظاهرية	$S=\sqrt{3}UI$	$S=\sqrt{3}UI$
عامل الاستطاعة	$f_P=\cos\varphi$	$f_P=\cos\varphi$
الضياع بمفعول جول	$P_J=3rI^2$ $P_J=\frac{3}{2}RI^2$	$P_J=3rJ^2$ $P_J=\frac{3}{2}RI^2$
المقاومة المكافئة	$R=2r$	$R=\frac{2}{3}r$

اختبر معلوماتك

1- ما هي العلاقة الموجودة بين التوترات البسيطة و التوترات المركبة ؟

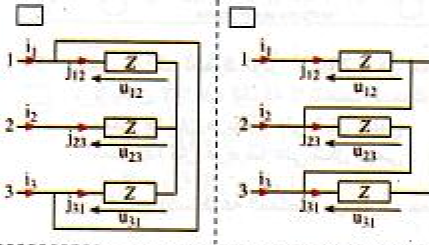
- ☐ $u_{12} = v_1 + v_2$
- ☐ $u_{12} = v_1 - v_2$
- ☐ $u_{12} = v_3 - v_1$
- ☐ $v_1 = u_{12} - v_2$

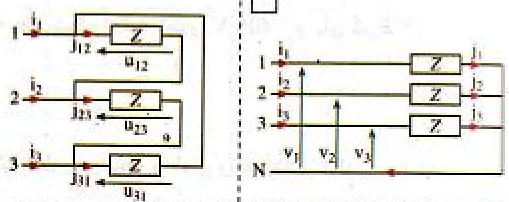


2- تتكون حمولة ثلاثية الطور متوازنة من :

- ☐ 3 مقاومات من نفس القيمة ؟
- ☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على التسلسل أو التفرع .
- ☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على شكل نجمي أو مثلثي .

3- ما هو التركيب الذي يمثل الإقران المثلثي ؟





4- ماهي فائدة الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور بالنسبة لأحادية الطور ؟

- ☐ من أجل نفس الاستطاعة تكون الآلة ثلاثية الطور أقل حجما و بالتالي أقل ثمنا من آلة أحادية الطور .
- ☐ الضياعات عند نقل الطاقة ضعيفة في الثلاثي الطور مقارنة بالأحادي الطور .
- ☐ لأن الطاقة الكهربائية تنقل في الأحادي الطور .
- ☐ لا توجد إيجابية و لا سلبية .

5- ما هي العلاقة الموجودة بين U و V ؟

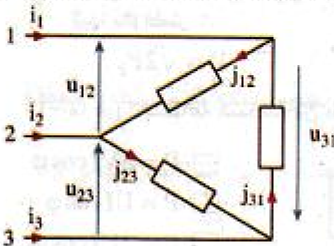
- ☐ $U = V\sqrt{3}$
- ☐ $U = \dfrac{V}{\sqrt{3}}$
- ☐ $U = 3V$
- ☐ $V = \dfrac{U}{\sqrt{2}}$

6- ماهو التوتر البسيط لشبكة ثلاثية الطور 660 V ؟

- ☐ 380 V
- ☐ 660 V
- ☐ 468 V
- ☐ 1140 V

7- تيار الخط لهذه الحمولة ثلاثية الطورهو : I= 10 A فما هي القيمة الفعالة للتيار J في كل لف ؟

- ☐ $J = I = 10A$
- ☐ $J = \dfrac{I}{\sqrt{3}} = 5,77A$
- ☐ $J = I\sqrt{3} = 17,32A$
- ☐ $J = \dfrac{I}{\sqrt{2}} = 7,07A$



8- المعادلات اللحظية للتوترات البسيطة هي :

☐
$$v_1 = V\sqrt{3}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 120)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 240)$$

9- اللوحة الإشارية لمحرك تشير إلى " 400 V Δ " ما معنى هذه المعلومة؟

LEROY SOMER	MOT. 3 ~	LS 100 L			
	N°	8945/79		22 kg	
Code :					T
IP 55	I cl. F	40°C	S1	%	c/h
V	Hz	min⁻¹	kW	cos φ	A
Δ 380	50	1415	3	0,83	7,1
Δ 400	50	1420	3	0,78	7,2
Δ 415	50	1430	3	0,74	7,3
DE / NDE				g / h	

MADE IN FRANCE — MOTEURS LEROY-SOMER — IEC 34-1(87)

- ☐ التوتر الاسمي الذي يتحمله كل لف للمحرك هو 400 V .
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة 400 V .
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل نجمي على شبكة 400 V .
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة ذات توتر بسيط 400 V .

10- يتحمل كل لف لمحرك توتر 230 V . هل يمكن ربطه على شبكة ثلاثية الطور 400 V ؟ و بأي شرط ؟

- ☐ لا يمكن لأن هذه الشبكة لا تناسب المحرك .
- ☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل مثلثي .
- ☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل نجمي .

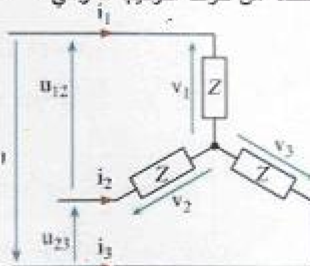
11- نريد قياس الاستطاعة الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور بواسطة واطمتر واحد أحادي الطور . ما هو التركيب الموافق ؟



12- لقياس الاستطاعة في السؤال السابق ، ما هي العلاقة بين الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة و الاستطاعة المشار إليها بالواطمتر ؟.

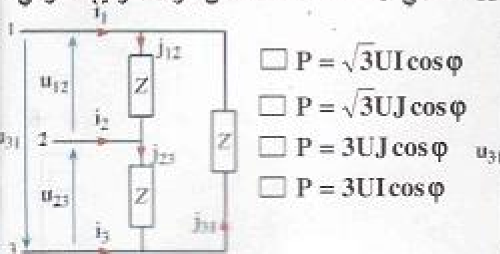
☐ $P = \sqrt{3}P_1$ ☐ $P = 3P_1$ ☐ $P = P_1$ ☐ $P = \sqrt{2}P_1$

13- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟



- ☐ $P = 3VI\cos\varphi$
- ☐ $P = UI\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UI\cos\varphi$
- ☐ $P = \sqrt{3}VI\cos\varphi$

15- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟



- ☐ $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$
- ☐ $P = \sqrt{3}UJ\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UJ\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UI\cos\varphi$

14- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب النجمي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب المثلثي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

15- حمولة مربوطة نجميا على شبكة ثلاثية الطور 400 V تمتص 1000 W ، ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف نفس الحمولة في حالة ربطها على شكل مثلثي على نفس الشبكة ؟

☐ 3000 W ☐ 1732 W ☐ 577 W ☐ 333 W

16- الاستطاعة المقاسة لثنائي قطب من التركيب النجمي السابق هي 276 W ، فما هي الاستطاعة الكلية الممتصة من طرف التركيب ؟

☐ 159 W ☐ 21 MW ☐ 828 W ☐ 478 W

17- أكمل التركيب التالي لقياس الاستطاعة في الثلاثي ثلاثية الطور بطريقة الواطمترين :

1
2
3
حمولة ثلاثية الطور

18- الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة بطريقة الواطمترين هي :

☐ $P=\sqrt{3}(P_1+P_2)$
☐ $P=(P_1+P_2)$
☐ $P=3(P_1+P_2)$
☐ $P=\sqrt{3}(P_1-P_2)$

تمـــاريـــن

تمرين 01 :

آلة مربوطة على شكل مثلثي لها ثلاثة وشائع متماثلة ($R=10\Omega$, $L=1\ H, \cos\varphi=0,85$) يتحمل كل لف توتر $U=230V$, $f=50Hz$

1- أحسب شدة التيار في كل وشيعة ؟ و تيار الخط ؟
2- أحسب الاستطاعة الفعالة و الارتكاسية و الظاهرية للآلة ؟

تمرين 02 :

تسمح ميدلة بربط على شكل نجمي أو مثلثي ثلاثة مقاومات متماثلة لفرن مغذى بشبكة ثلاثية الطور محققة توتر $U=200V$ بين طورين . $R_1=R_2=R_3=R=10\Omega$
أحسب التيار المار في المقاومة و التيار في الخط و استطاعة الفرن في حالة كل من التركيب النجمي و المثلثي؟

تمرين 03 :

محرك ثلاثي الطور استطاعة مفيدة تقدر بـ 5 cv بمردود 0.85 و عامل استطاعة $\cos\varphi=0,8$ عند تغذيته بشبكة ثلاثية الطور $U=200V$, 50Hz .
ما هو التيار الاسمي لفواصم الحماية إذا سمحنا بفرط في التيار يقدر بـ 25 % ؟

تمرين 04 :

يحتوي التركيب لإنارة ورشة 12 مصباحا يحمل البيانات التالية 100 w -115 v مركبة على شكل نجمي متوازن
و مغذى بشبكة ثلاثية الطور حيث التوتر بين طورين هو $U=200\ V$
- أحسب التيار في الخط ؟
يتم تغيير التركيب (L'installation) باستعمال مصابيح تحمل البيانات التالية 220V – 60 W
- ما هو عدد المصابيح الواجب تركيبها لامتصاص نفس الاستطاعة ؟

نفرض أن مقاومة المصباح تتغير قليلا بدلالة التوتر المطبق
- أحسب التيار في الخط ؟

تمرين 05 :

يتم إنارة ورشة بـــ60 مصباحا 115V – 120 W موزعة بالتساوي على الأطوار الثلاثة لشبكة ثلاثية الطوربحيث التوتر بين طورين هو 200V , 50Hz .

1- أعط رسم التركيب ؟
2- أحسب التيار في الخط ؟
3- أحسب استطاعة التركيب ؟
4- أحسب التيارات في الخط و الاستطاعة الممتصة في حالة انصهار فاصم في أحد الأطوار ؟

تمرين 06 :

بتطبيق طريقة الواطمترين على حمولة ثلاثية الطور متوازنة التي تمتص استطاعة 1200w مع عامل الاستطاعة $\cos\varphi = 0,707$.

- أوجد الاستطاعتين P_1 و P_2 التي يشير لها الجهازين ؟

تمرين 07 :

لتكن حمولة ثلاثية الطور مكونة من ثلاث ثنائيات الأقطاب، ممانعة كل واحد منها 10Ω و معامل استطاعة 0,8 تربط الثنائيات الأقطاب الثلاثة على شكل نجمي ثم مثلثي على شبكة ثلاثية الطور 400V – 50Hz .
أكمل الجدول التالي ثم علق على النتائج :

	نجمي	مثلثي
التوتر بين طرفي ثنائي القطب		
تيار الطور		
تيار الخط		
P1 (لثنائي قطب واحد)		
P		
Q		
S		

تمرين 08 :

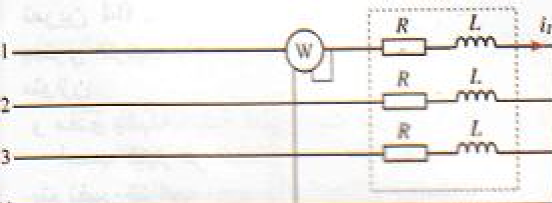
تحمل اللوحة الاشارية لمسخن كهربائي ثلاثي الطور المركب على شبكة 400V , 50 Hz البيانات التالية :

$$U = 400\ V – \Delta – 50\ Hz – P = 3,0\ kW.$$

1) أرسم شكل اقران المسخن على الشبكة ؟
2) أحسب تيار الخط و التيار المار في عناصر المسخن ؟
3) استنتج قيمة المقاومة لعنصر واحد من المسخن ؟

تمرين 09 :

حمولة ثلاثية الطور مكونة من 3 وشائع متماثلة . كل وشيعة ممثلة بـ ذاتية L = 0,10 H على التسلسل مع مقاومة R = 40 Ω. تغذى العناصر الثلاثة بشبكة ثلاثية الطور متوازنة 220/380 V ; 50 Hz كما يبينه الشكل التالي :



1-1) ما هو نوع إقران الوشائع ؟
1-2) عين شدة التيار المار في الحيادي ؟
1-3) عين القيمة الفعالة للتوتر بين طرفي وشيعة واحدة ؟
2) مثل على الشكل -1- جهاز يسمح بقياس القيمة الفعالة للتوتر البسيط للشبكة ؟

3) أحسب ممانعة الوشيعة ؟

4-1) مثل على الشكل -1- جهازا يسمح بقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المار عبر الوشيعة المربوطة في الطور 1 ؟

4-2) أحسب القيمة التي يشير إليها هذا الجهاز ؟

4-3) أحسب زاوية فرق الطور بين i_1 و v_1 ؟

5) الاستطاعة التي يشير إليها الواطمتر في الشكل -1- هي 750 W .إذا كانت القيمة الفعالة للتيار المار في الوشيعة هو $I = 4,32\ A$ و زاوية فرق طور $38°$. أحسب بالنسبة للحمولة ثلاثية الطور :

5-1) عامل الاستطاعة ؟

5-2) الاستطاعة الظاهرية ؟

5-3) الاستطاعة الفعالة ؟

5-4) الاستطاعة الارتكاسية ؟

تمرين 10 :

على شبكة ثلاثية الطور 50 Hz , 230v / 400v ، نربط على شكل مثلثي ثلاثة (03) آخذات متماثلة ممانعتها $Z = 158\ \Omega$ و معامل استطاعة $\cos\varphi = 0,8$.



1) أكمل رسم الإقران و ضع عليه المقادير التالية :

$$\vec{I_1}\ ,\ \vec{J_{12}}\ ,\ \vec{U_{12}}\ ,\ \vec{U_{23}}\ ,\ \vec{U_{31}}$$

2) أحسب قيمة التيار J المار في عنصر واحد للآخذة ؟.

3) استنتج قيمة التيار I ؟

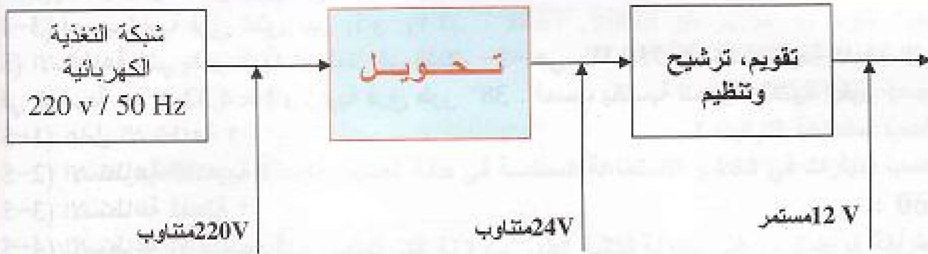


4) أحسب الاستطاعة الفعالة الممتصة من طرف الحمولة ؟

5) أحسب الاستطاعة الارتكاسية الممتصة من طرف الحمولة ؟

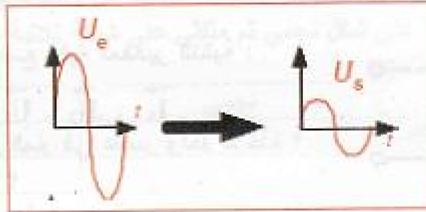
6) استنتج الاستطاعة الظاهرية ؟

2 تـــحويل الـــطاقة الــكهربـــائية



تتم عملية تحويل الطاقة الكهربائية عن طريق المحول Transformateur .

1) تعريف المحول : هو عبارة عن آلة كهربائية ساكنة تقوم بتغيير سعة المقادير المتناوبة بدون تغيير ترددها .



2) أنواع المحولات :

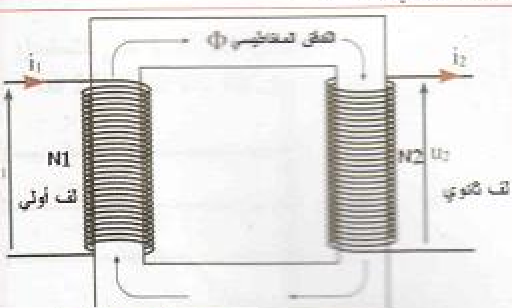


3) التكوين : يتكون محول أحادي الطور من لفين معزولين كهربائيا عن بعضهما البعض :

لف أولي عدد لفاته N_1 موصول بمنبع لتوتر جيبي و يعتبر كآخذة .

لف ثانوي عدد لفاته N_2 موصول بحمولة كهربائية و يعتبر كمنبع لتوتر جيبي .

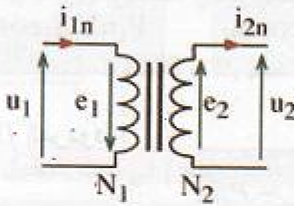
دارة مغناطيسية مكونة من صفائح مورقة يجتازها تدفق مغناطيسي متناوب .

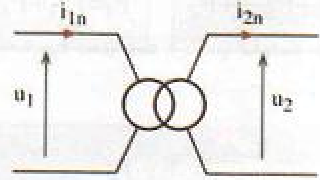




دارة مغناطيسية

4) الرمز :





5) مبدأ تشغيل :

يغذى اللف الأولي بتيار المتناوب $u_1(t)$ مولدا حقلا مغناطيسيا متناوبا ، الذي بدوره ينتج لنا توترا متناوبا $u_2(t)$ عند مروره عبر الدارة المغناطيسية باللف الثانوي (ظاهرة التحريض).

لأن لدينا حسب قانون فرادي (Loi de Faraday) :

في الأولي : ظهور قوة محركة كهربائية جيبية $e_1(t)$

$$u_1(t) = -e_1(t) = N_1 \frac{d\varphi}{dt}$$

في الثانوي : ظهور قوة محركة كهربائية جيبية $e_2(t)$

$$u_2(t) = e_2(t) = -N_2 \frac{d\varphi}{dt}$$

6) نسبة التحويل:

إذا كان N_1 ، U_1 هما على الترتيب عدد لفات و توتر الأولي ، و N_2 ، U_2 عدد لفات و توتر الثانوي ، نسبة التحويل :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

نقول أن المحول رافع (Élévateur) إذا كان : $m > 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} > 1 \Rightarrow U_2 > U_1$

نقول أن المحول خافض (Abaisseur) إذا كان : $m < 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} < 1 \Rightarrow U_2 < U_1$

نقول أن المحول مكيف الممانعات (Adaptateur d'impédances) إذا كان : $m = 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 1 \Rightarrow U_2 = U_1$

ملاحظة : مقطع الناقل يتناسب عكسيا مع التوتر المطبق عليه .

مثال : محول 220v/12v ، إذا كان الأولي 220V عدد لفاته أكبر من عدد لفات الثانوي و مقطع ناقله (لف ذو التوتر العالي) يكون أصغر من مقطع اللف الثانوي (لف ذو توتر منخفض) .

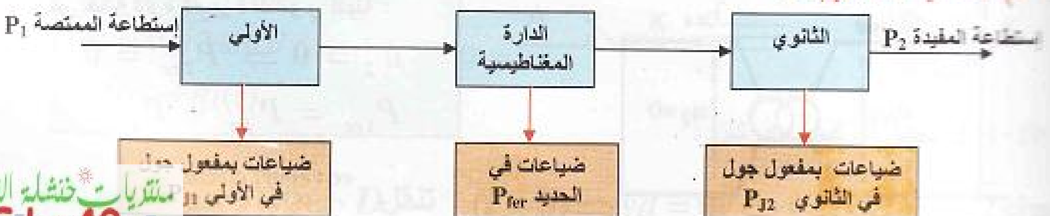
7) الاستطاعة الظاهرية:

في الأولي : $S_1 = U_{1n} I_{1n}$

في الثانوي : $S_2 = U_{2n} I_{2n}$

$S1 = S2$

8) الحصيلة الطاقوية :



$P_1=P_J+P_{FER}+P_2$	$P_J=P_{J1}+P_{J2}$	$P_2=U_2I_2\cos\varphi_2$	$P_1=U_1I_1\cos\varphi_1$

8-1/ المردود :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{fer} + P_J} = \frac{P_1 - P_{fer} - P_J}{P_1}$$

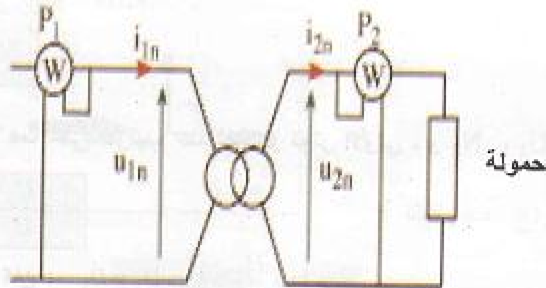
8-2/ حساب المردود بالطريقة المباشرة:

ليكن التركيب التالي بحيث نقوم بقياس في الأولي P_1 و في الثانوي P_2 باستعمال جهاز الواطمتر .

i_{1n}, i_{2n} تيارات الاسمية للأولي و الثانوي .

u_{1n}, u_{2n} توترات الاسمية للأولي و الثانوي .

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$



8-3/ حساب المردود بالطريقة الضياعات المتفرقة :

8-3-1/ اختبار المحول في حالة فراغ (بدون حمولة) :

يمثل الصفر حالة فراغ

في حالة فراغ $I_2 = 0 \Rightarrow P_2 = 0 \Rightarrow P_{J2} = 0$

لدينا $P_{10} = P_{J10} + P_{fer}$

في حالة فراغ I_{10} ضعيف جدا يمكننا إهمال P_{J10} أمام P_{fer} .

إذن

$$P_{10}=P_{fer}$$

النتيجة : اختبار المحول في الفراغ يعطي ضياعات الحديد .

8-3-2/ اختبار المحول في حالة دارة قصيرة للثانوي :

في حالة دارة قصيرة للثانوي لدينا :

$$u_2 = 0 \Rightarrow P_{2cc} = 0$$

$$P_{1cc} = P_{fer} + P_J$$

cc : court circuit
دارة قصيرة

يتم ضبط التوتر u_{1cc} بحيث يكون بعض الأجزاء المئوية من التوتر الاسمي يؤدي هذا إلى مرور تيار في الثانوي $I_{2cc}=I_{2n}$.

بما أن u_{1cc} ضعيف يستلزم ضياعات في الحديد ضعيفة يمكننا إهمالها أمام P_J ، تصبح العلاقة

$P_J = P_{1cc}$

النتيجة : اختبار المحول في قصر الدارة يعطي الضياعات بمفعول جول (النحاسية) في لفات المحول .

ملاحظة : عند تغذية الثانوي بحمولة يحدث فرق في الصفحة $\varphi(I_2,U_2)$ و لدينا هبوط في التوتر ΔU_2 حيث

$\Delta U_2 = U_{2v} - U_2$

نشاط : محول $220/6v$ ، عدد لفات الأولي $N_1=600$ ، $\Delta U_2= 0.09U_2$ أحسب عدد لفات الثانوي N_2 .

9) قراءة لوحة التعليمات : على حساب النمط NF 15.100

لدينا المعطيات التالية التي يمكن أن نقرأها على لوحة التعليمات للمحول :

8KVA , 50 Hz , 5000V / 235 V

$U_{1n}= 5000V$ توتر الاسمي للأولي

$U_{20}=235V$ توتر في حالة فراغ في الثانوي .

$f=50Hz$ تردد

$S=8KVA$ الاستطاعة الظاهرية الاسمية .

10) التقويم الغير المراقب :

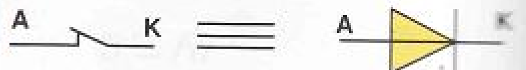
10-1/ التقويم أحادي الطور أحادي النوبة :

10-1-1/ تذكير : التقويم هو عبارة عن تحويل إشارة ثنائية الاتجاه إلى إشارة أحادية الاتجاه .

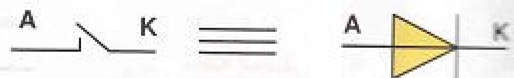
10-1-2/ التركيب:

نفرض أن الثنائي D مثالي أي $V_{seuil}=0V$

إذا كان $v_d \geq 0 \Rightarrow V_A \rangle V_K$ ثنائي المسرى يمر مارللتيار، يمكننا أن نعتبره كقاطعة مغلقة .



إذا كان $v_d \langle 0 \Rightarrow V_A \langle V_K$ ثنائي المسرى يكون غير مارللتيار يمكننا أن نعتبره كقاطعة مفتوحة .



$v1(t) = V\sqrt{2}\sin \omega t$

$\theta = \omega t$

$v1 = V\sqrt{2}\sin\theta$

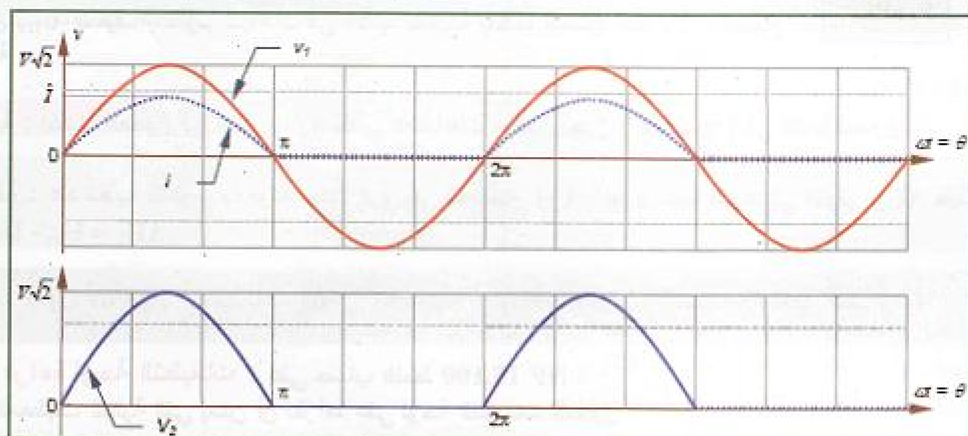
$v2(t) = Ri(t)$

10-1-3/ تحليل التركيب : إذا كان :

$\tau \Rightarrow v1 \rangle 0 \Rightarrow D$ تنقل $(i \neq 0) \Rightarrow vd = 0v \Rightarrow v2 = v1 = v\sqrt{2}\sin\theta$

أما إذا كان:

$$\pi \le \theta \le 2\pi \Rightarrow v1 \langle 0 \Rightarrow D \text{ لاتمرر } (i=0) \Rightarrow v2 = 0v \Rightarrow vd = v1 = v\sqrt{2}\sin\theta$$



10-1-4/ القيم المتوسطة لتوتر و تيار الخروج :

$$\langle i(t)\rangle = \overline{i(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi R}$$

$$\langle v2(t)\rangle = \overline{v2(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}$$

10-1-5/ إستطاعة الخروج :

لحظية
$$p(\theta) = \frac{2V^2}{R}\sin^2\theta$$

متوسطة
$$\langle p(\theta)\rangle = \frac{V^2}{2R}$$

10-1-6/ شدة التيار الفعال :

$$I = I_{eff} = \frac{V}{\sqrt{2}R}$$

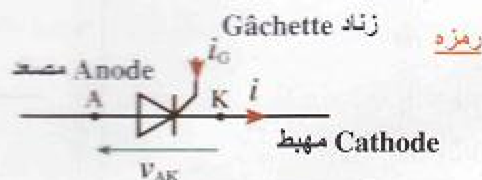
11) التقويم المراقب : هو عبارة عن تقويم يمكن التحكم فيه باستعمال المقوم كالمقداح Thyristor .

11-1/ تعريف المقداح : هو عبارة عن ثنائي المسرى يمكن التحكم فيه عن طريق قطب ثالث يسمى بالزناد Gachette .

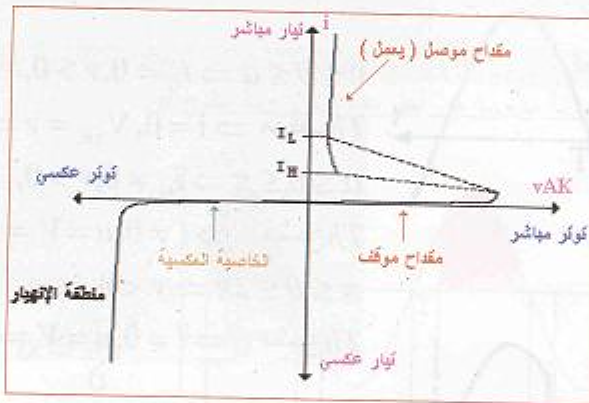
شكله الحقيقي



رمزه



II-2/ خاصية المقداح :

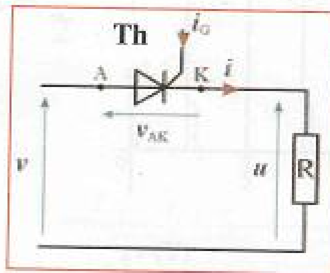


II-3/ شروط قدح مقداح :

قدح أو إثارة مقداح أي جعله يمرر التيار لابد من :

- التوتر $V_{AK}>0$ و بعث إشارة على مستوى الزناد (السين)G على شكل تيار ، توتر أو نبضات **impulsions** .
- ارتفاع سريع لدرجة الحرارة .
- تغير سريع في التوتر V_{AK} .
- بعث إشارة ضوئية بالنسبة لمقداح ضوئي .

II-4/ تركيب لمقوم مراقب :

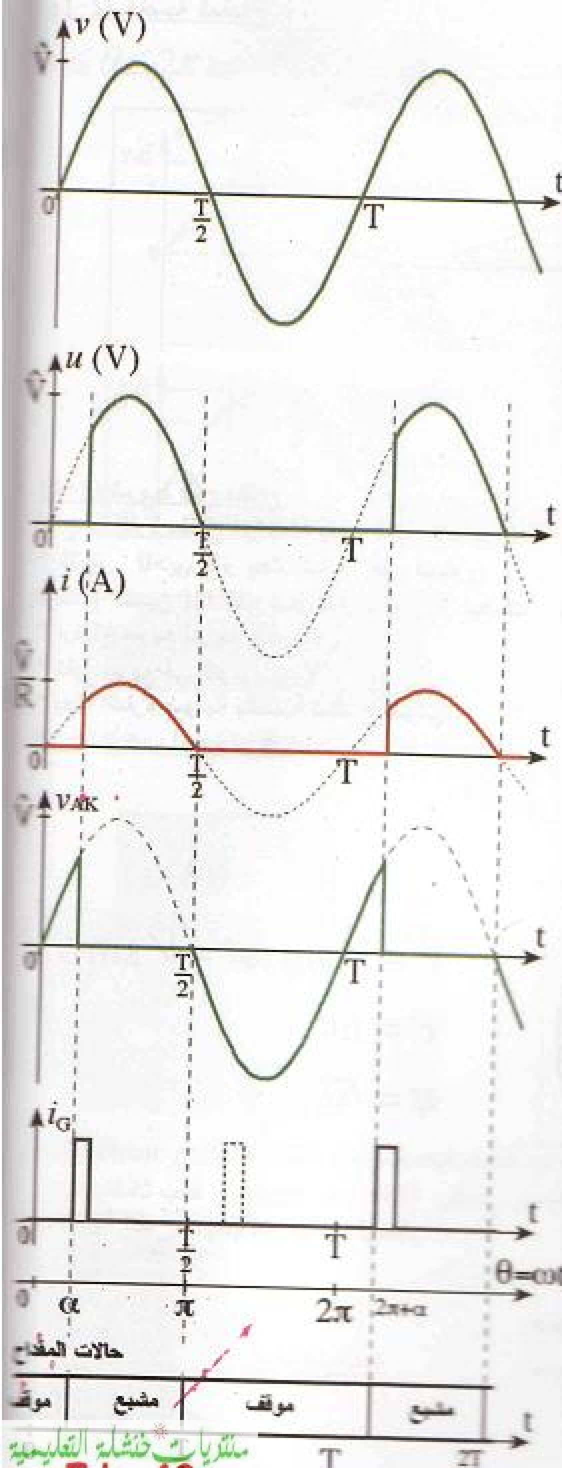


$$v = \hat{V}\sin\omega t = \hat{V}\sin\theta$$

$$\theta = \omega t$$

$$u = Ri$$

- زاوية القدح **Angle d'amorçage**



11-5/ تحليل التركيب :

إذا كان :

$$0 \leq \theta \leq \alpha \Rightarrow i_G = 0, v > 0,$$

$$Th \text{ موقف} \Rightarrow i = 0, V_{AK} = v \Rightarrow u = 0$$

$$\alpha \leq \theta \leq \pi \Rightarrow i_G \neq 0, v > 0,$$

$$Th \text{ مشبع} \Rightarrow i \neq 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

$$\pi \leq \theta \leq 2\pi \Rightarrow v < 0,$$

$$Th \text{ مشبع} \Rightarrow i \neq 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

11-6/ حساب القيمة المتوسطة لـ u :

$$\overline{U} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(\theta)d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_\alpha^\pi \hat{V}\sin\theta d\theta$$

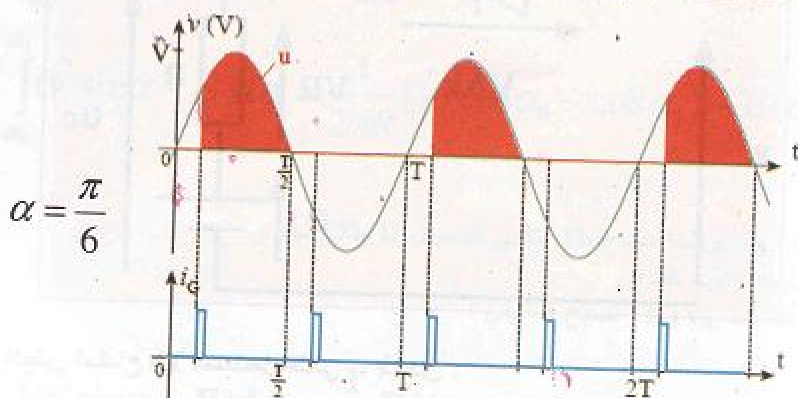
$$\overline{U} = \frac{\hat{V}}{2\pi}(-\cos\theta)_\alpha^\pi = \frac{\hat{V}}{2\pi}(1+\cos\alpha)$$

ملاحظة : إذا كان α=0 حالة ثنائي المسرى فإن $\overline{U}=\frac{\hat{V}}{\pi}=\frac{V\sqrt{2}}{\pi}$

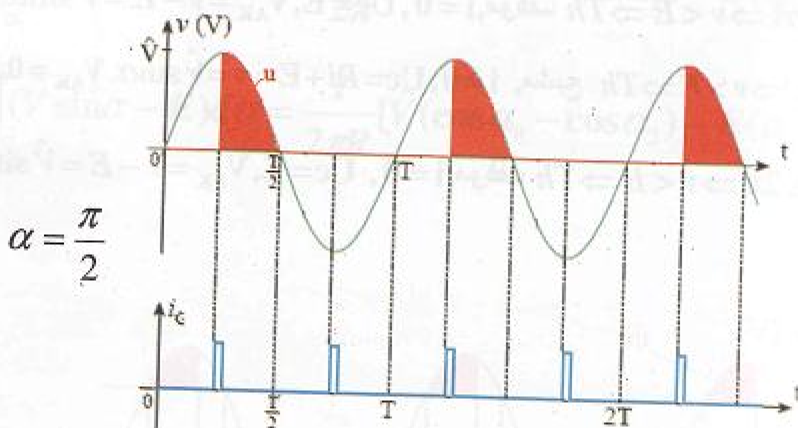
إذا كان α=π فإن $\overline{U}=0$

7-II/ أشكال توتر الخروج في حمولة مقاومة من أجل عدة قيم لزاوية القدح α :

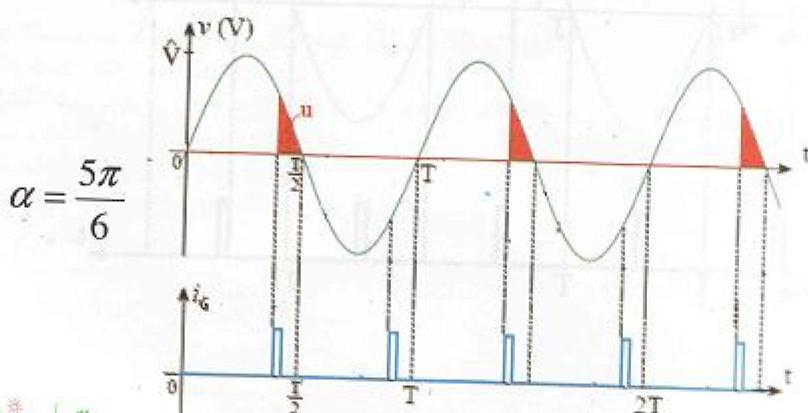
$\alpha=\frac{\pi}{6}$



$\alpha=\frac{\pi}{2}$

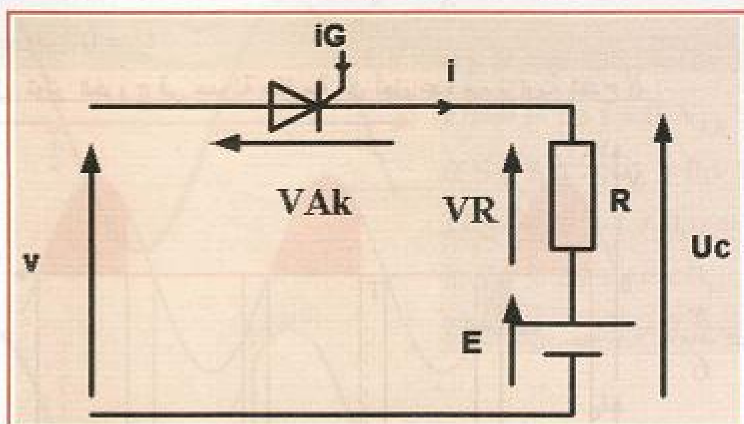


$\alpha=\frac{5\pi}{6}$



تقويم مراقب حالة حمولة R-E (شاحن البطاريات) Chargeur de batteries

التركيب :

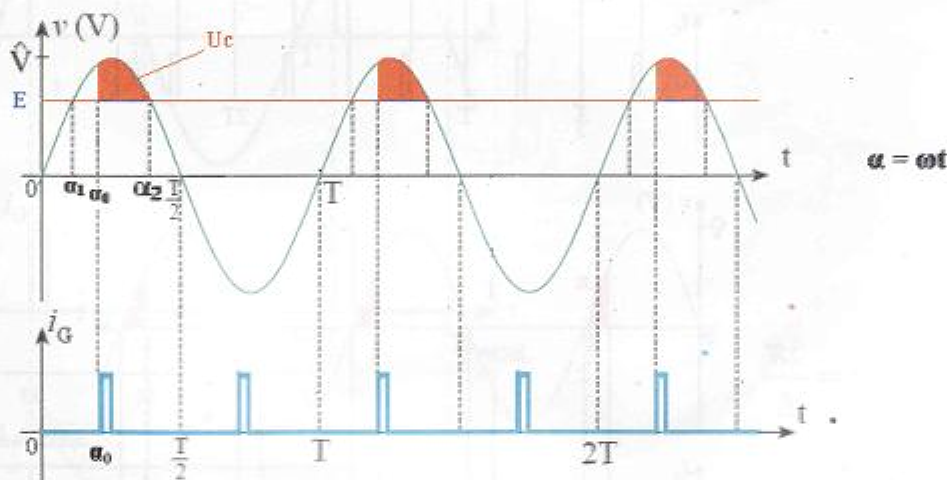


التحليل : نعتبر المقداح Th المستعمل مثالي ، إذا كان :

$0 \leq \alpha_0 \leq \alpha 1 \Rightarrow v < E \Rightarrow Th$ موقف$, i = 0, Uc = E, V_{AK} = v - E = \hat{V}\sin\alpha, \alpha = \omega t$

$\alpha_1 \leq \alpha_0 \leq \alpha_2 \Rightarrow v > E \Rightarrow Th$ مشبع$, i \neq 0, Uc = Ri + E = v = \hat{V}\sin\alpha, V_{AK} = 0, V_R = Ri$

$\alpha_2 \leq \alpha_0 \leq 2\pi \Rightarrow v < E \Rightarrow Th$ موقف$, i = 0, Uc = E, V_{AK} = v - E = \hat{V}\sin\alpha$



- حساب القيمة المتوسطة لـــ v_R و i :

$$\bar{v}_R = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha_0}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_0)]$$

$$\bar{i} = \frac{1}{2\pi R}\int_{\alpha_0}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi R}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_0)]$$

حالة خاصة : إذا عوضنا مقداح Th بثنائي المسرى D مثالي نجد :

$\alpha_0 = \alpha_1$ لا توجد زاوية القدح .

القيم المتوسطة لـــ v_R و i تصبح كما يلي :

$$\bar{v}_R = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi}[\hat{V}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_1)]$$

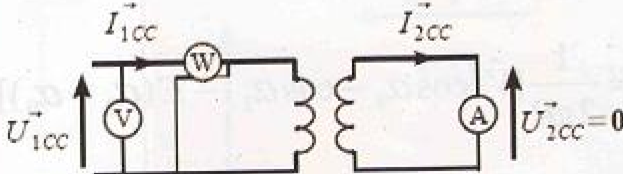
$$\bar{i} = \frac{1}{2\pi R}\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi R}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_1)]$$

تمــــاريــــن

تمرين 01 :

لوحة تعليمات لمحول أحادي الطور تحمل البيانات التالية : 1500V / 225V ; 50 Hz ; 44 KVA

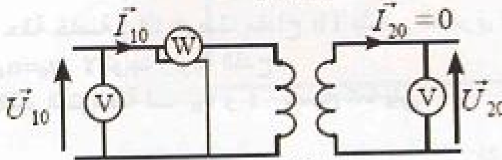
نقوم بعدة اختبارات على هذا المحول :



الشكل -1-

- الاختبار 1 : الشكل -1-

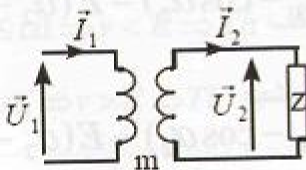
أعطى القياس : $P_{1CC} = 225\ W$
$U_{1CC} = 22.5\ V$
$I_{1CC} = 30\ A$



الشكل -2-

- الاختبار 2 : الشكل -2-

أعطى القياس : $P_{10} = 300\ W$
$U_{10} = 1500\ V$
$U_{20} = 225\ V$



الشكل -3-

- الاختبار 3 : الشكل -3-

$U_2 = 221\ V$
$I_2 = 200\ A$
$\cos\varphi_2 = 0{,}8$

1) عين نسبة التحويل بدون حمولة ؟
2) عين القيمة الاسمية للتيار الثانوي I_{2N} ؟
3) أعط قيمة الضياعات في الحديد P_f ؟
4) أحسب قيمة التيار بدارة قصيرة I_{2CC} ؟
5) أعط قيمة الضياعات في النحاس P_j ؟
6) أحسب الاستطاعة P_2 الممتصة من طرف الحمولة ؟
7) أحسب الاستطاعة P_1 الممتصة من طرف الأولي ؟
8) استنتج مردود المحول ؟

تمرين 02 :

– لوحة الاستعلامات للمحول هي : 380/24 V 50 Hz 800VA

1 - ذكر بماذا تمثل هذه الاستعلامات .

2 - استنتج نسبة تحويل m و عدد لفات الثانوي إذا كان عدد لفات الأولي هي N1=5146 spires.

3 - أحسب شدة التيارات الاسمية I_{1n} , I_{2n} .

4 - عند اختبار المحول في حالة فراغ لدينا قياسات التالية : $= 380V$, $I_{1v}= 0.2A$, $P_{1v}= 100w$, $U_{2v}=24V$

- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل $P_{1v}= 100w$.

5 - عند اختبار المحول في حالة قصر الدارة لدينا قياسات التالية : $U_{1cc} = 20V$, $I_{1cc}= 2.1A$, $P_{1cc}= 300w$,

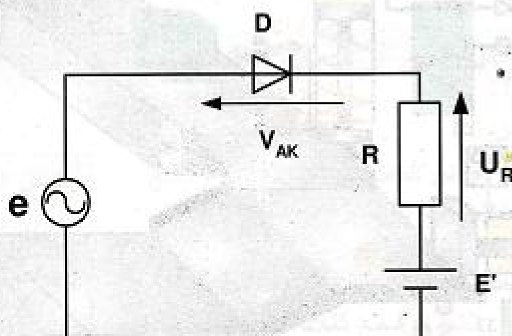
- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل $P_{1cc}= 300w$.
- أحسب I_{2cc} .

6 - أحسب مردود المحول إذا كانت $P_2 = 1.8Kw$

تمرين 03 :

ليكن التركيب التالي يحتوي على مقوم أحادي النوبة يغذي حمولة (R-E') حيث $R = 10\ \Omega$, $E'=200\ V$.
ثنائي المسرى (ديود) D مثالي .

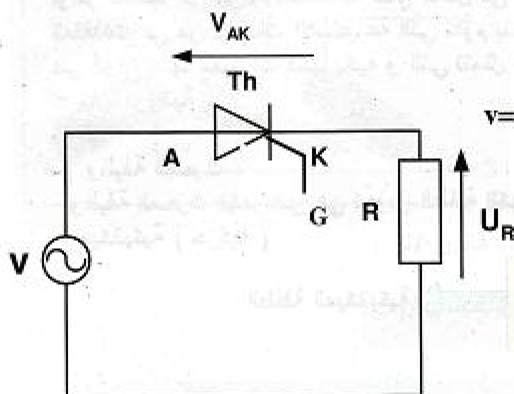
$e= E_M \sin\theta$, $\theta= \omega t$, $E_M= 220\sqrt{2}\ V$



1 – أرسم إشارة $e(\theta)$.
2 – إشرح مبدأ عمل التركيب .
3 – أرسم إشارات U_R , VAK بدلالة θ .
4 - أحسب القيمة المتوسطة لـ U_R ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار I_R .

تمرين 04 :

لتحكم في سرعة محرك تيار مستمر نضيف تقويم مراقب يحتوي على تيريستور Th مثالي حسب الشكل التالي :



$v= V_M\sin\theta$, $\theta=\omega t$, $V_M = 24\sqrt{2}\ v$, $R=10\ \Omega$

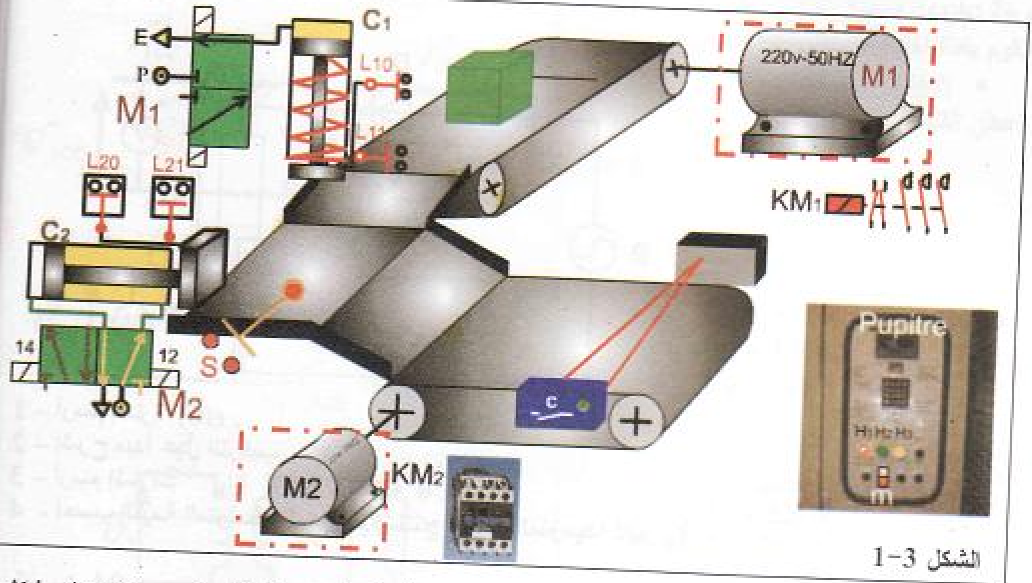
1- إشرح مبدأ عمل التركيب .
2- أرسم إشارات U_R , VAK , i_G بدلالة θ . (i_G تيار الزناد gachette يمثل بنبضات دورية متأخر بزاوية θ_0)
3 - أحسب القيمة المتوسطة لـ U_R ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار I_R بدلالة θ_0 . حيث θ_0 زاوية قدح التيريستور (angle d'amorçage) .

تطبيق عددي : أتمم الجدول التالي :

θ_0 (°)	0	30	45	60	90
U_R (V)					

4- أرسم المنحنى $U_R= f(\theta_0)$.

3 وظيفة الإستطاعة



الشكل 3-1

حسب المعلومات التي يتلقاها جزء التحكم من الملتقطات، يقوم بأخذ القرارات المناسبة و يرسلها على شكل أوامر للتنفيذ إلى جزء الاستطاعة الذي يتمثل في المنفذات.
المنفذات هي من مكونات الاستطاعة التي تقوم بتحويل طاقة إلى طاقة أخرى للحصول على عمل فيزيائي ، و هي أنواع منها المنفذات الكهربائية و التي تتمثل في المحركات الكهربائية التي تسمح بالحصول على حركات دورانية .

وظيفة المحرك :
وظيفة المحرك الكهربائي هي تحويل الطاقة الكهربائية (المقدمة من طرف التغذية الكهربائية) إلى طاقة ميكانيكية (حركية) .

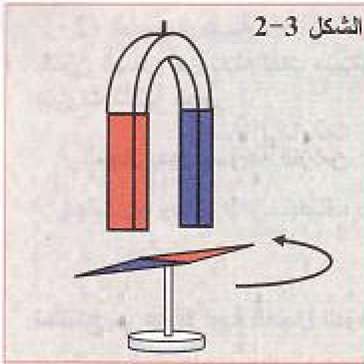


I- المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور :

80% من المحركات الكهربائية المستعملة هي محركات لاتزامنية لأنها تتميز ببساطة التكوين و الصلابة ، مجال الاستطاعة يتراوح من بعض الواط إلى عشرات الميقاواط .

1) مبدأ التشغيل :

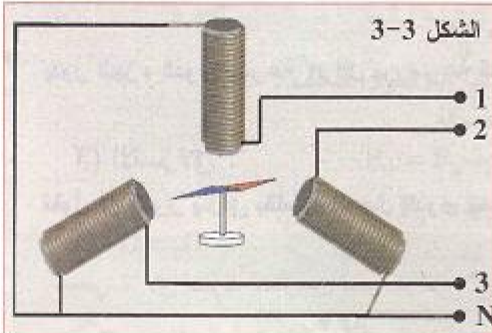
يعتمد مبدأ تشغيل المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور على إنتاج حقل مغناطيسي دوار.


الشكل 3-2

تجربة -1- : تدوير مغناطيس دائم بسرعة n فوق إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: دوران الإبرة في نفس اتجاه المغناطيس و بنفس السرعة n .
- التفسير: ينتج دوران المغناطيس حقلا مغناطيسيا دوارا بسرعة n تسمى سرعة التزامن .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-9 » « Réf 3-1 »

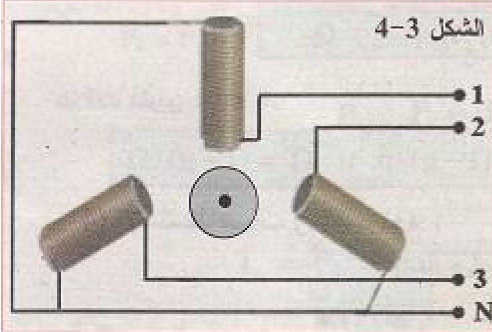


الشكل 3-3

تجربة -2-: نعوض المغناطيس بثلاثة (3) وشائع متماثلة ومتباعدة فيما بينها بزاوية قدرها 120° و مغذاة بتوترات ثلاثية الطور .

- الملاحظة: تدور الإبرة بنفس السرعة n .
- التفسير: تنتج الوشائع الثلاثة حقلا مغناطيسيا دوارا بنفس السرعة n .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-2 » ، « Réf 3-14 »



الشكل 3-4

تجربة -3-: نعوض الإبرة بقرص معدني .

- الملاحظة : يدور القرص في نفس اتجاه الحقل المغناطيسي الدوار و لكن بسرعة ´n أقل من سرعة التزامن n .
- التفسير :

- الحقل المغناطيسي الدوار (الناتج عن الوشائع الثلاثة) ينتج في القرص تيارات متحرضة تسمى تيارات " فوكو".
- هذه التيارات المتحرضة تحت تأثير الحقل الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية تدير القرص .
- يعاكس اتجاه الدوران تغيرات الحقل المغناطيسي (حسب قانون لانز)

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-4 » « Réf 3-3 »

ملاحظة : لعكس اتجاه الدوران يكفي عكس طورين .

الخلاصة :

- في حالة محرك لاتزامني ثلاثي الطور ، يتم الحصول على الحقل المغناطيسي الدوار بواسطة ثلاثة وشائع متشابهة مثبتة في الساكن و موضوعة على 120° و مغذاة بتوتر ثلاثي الطور .
- يعوض القرص بـ دوار بحيث تكون نواقله مقرا لتيارات متحرضة . هذه الأخيرة تحت تأثير الحقل المغناطيسي الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية (عزم المحرك) التي تدير القرص .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-11 »

2) الســـرعــة :

يتكون الساكن من ثلاثة لفات متماثلة مربوطة نجميا أو مثلثيا يتولد بها مجال مغناطيسي دوار عند تغذيتها بتيارات ثلاثية الطور .

المجال يدور بسرعة التزامن : $n = \frac{f}{p}$ حيث
- n : سرعة التزامن (tr/s)
- f : التردد (Hz)
- P : عدد أزواج الأقطاب

نستنتج سرعة الزاوية للمجال الدوار : $\Omega = 2\pi n = 2\pi \frac{f}{p} = \frac{\omega}{p}$ حيث
- ω : النبض (rad/s)
- Ω : السرعة الزاوية (rad/s)

يدور الجزء الدوار بسرعة n' أقل من سرعة المجال الدوّار ، و بسرعة زاوية Ω' حيث $n' < n$ و $\Omega' < \Omega$

3) الانـــزلاق :

نقول أن الدوار ينزلق بالنسبة للمجال الدوار بسرعة انزلاق : $n_g = n - n'$ و بسرعة زاوية انزلاق :
$\Omega_g = \Omega - \Omega'$

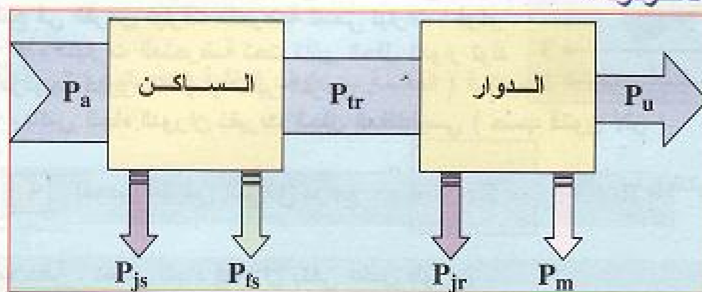
نسمي انزلاق محرك لامتزامن نسبة تواتر (سرعة) الانزلاق n_g على تواتر (سرعة) التزامن n :

$$g = \frac{n_g}{n} = \frac{n - n'}{n} = \frac{\Omega - \Omega'}{\Omega}$$

علاقات أخرى :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow n - n \cdot g = n' \quad \Rightarrow \quad n' = (1-g) \cdot n \quad , \quad \Omega' = (1-g) \cdot \Omega$$

4) الإستـــطاعــات و المــردود :



أ) الإستطاعات في الساكن :

- الاستطاعة الممتصة : $P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$
- الضياعات بمفعول جول في لفات الساكن : $P_{js} = \frac{3}{2} \cdot r \cdot I^2$ (مهما يكن نوع الاقتران)

r : (المقاومة المقاسة بين طورين)

$P_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2$ (حالة إقران نجمي) . $P_{js} = R \cdot I^2$ (حالة إقران مثلثي) .

R : (مقاومة اللف الواحد للساكن)

- الضياعات في حديد الساكن P_{fs} : تكون عمليا مستقلة عن الحمولة (ثابتة) .

ب) الاستطاعة المنقولة إلى الدوار :

هي الإستطاعة المنقولة إلى الدوار و التي تنقل من طرف العزم الكهرومغناطيسي T الناتج عن المجال الدوار :

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs})$$

جـ) الإستطاعات في الدوار :

- الضياعات بمفعول جول في الدوار : $P_{jr} = g \cdot P_{tr}$
- الضياعات في حديد الدوار P_{fr} : مهملة لأن تواتر تيارات الدوار ضعيف .
- الضياعات الميكانيكية P_m : ثابتة و مستقلة عن الحمولة .
- الاستطاعةالمفيدة : $P_u = P_a - (P_{js} + P_{fs} + P_{jr} + P_m)$

$$P_u = P_{tr} - (P_{jr} + P_m)$$

ملاحظة : الضياعات الثابتة P_c هي الضياعات التي تشمل الضياعات في حديد الساكن و الضياعات الميكانيكية وتحدد بالاختبار في الفراغ .

يمتص المحرك في الفراغ تيارا شدته I_0 وإستطاعة P_0 :

$$P_0 = P_c + P_{js} \Rightarrow P_0 = P_{fs} + P_m + P_{js} \Rightarrow P_c = P_{fs} + P_m = P_0 - P_{js}$$

د) مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - (P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m)}{P_a}$$

هـ) العـــزم :

العزم الكهرومغناطيسي : $T = \frac{P_{tr}}{\Omega}$ ، العزم المفيد : $T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$

نشاط :

محرك لاتزامني 50Hz, 380 V يمتص تيارا شدته 15 A بمعامل استطاعة 0,8.تواتر الدوران 1425 tr/mn الضياع في الحديد = الضياع الميكانيكي = 150 w . يهمل الضياع بمفعول جول في الساكن . أحسب :

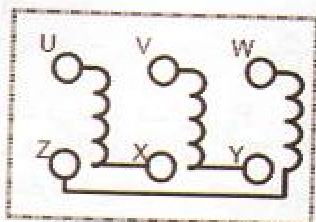
1) عدد الأقطاب 2) الاستطاعة الممتصة 3) الانزلاق 4) الاستطاعة المنقولة
5) الضياع بمفعول جول في الدوار 6) المردود

5) إقلاع المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور :

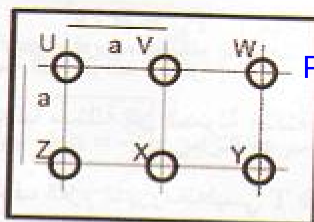
5-1) لوحة المرابط و إقران اللفات :

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-5 »

- لوحة المرابط : تحتوي لوحة المرابط لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور دائما على 06 مرابط حيث تمثل U , V , W مداخل الوشائع و Z , X , Y مخارجها . تكون المرابط U , V , W دوما مربوطة بشبكة التغذية .



نظرة داخلية



نظرة خارجية

الشكل 3-5

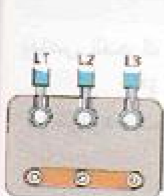
5-2) إقران لفات الساكن :

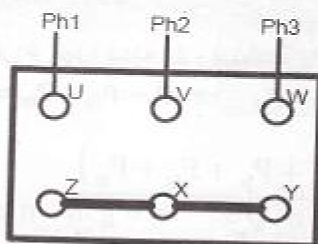
تصنع كل لفة بحيث تتحمل توترا أقصى الذي لا يجب تجاوزه لتفادي انهيارها .حسب التوتر المركب لشبكة التغذية المستعملة ، تقرن لفات الساكن إما نجمي أو مثلثي بحيث تغذى تحت التوتر الموافق لها .
يتم اختيار نوع إقران لفات الساكن نجمي(Y) أو مثلثي (Δ) حسب خصائص المحرك و الشبكة المتوفرة. تعطى اللوحة الإشارية لمحرك لامتزامن دائما توترين للتشغيل :

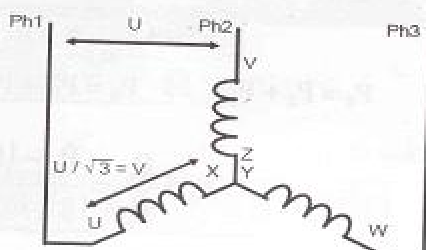
مـثـال : 220 / 380 V أو 380 / 660 V

تمثل القيمة الصغرى التوتر الإسمي للف واحد (طور واحد) .

- الإقران النجمي :
  - الرمز : Y أو ⅄
  - المبدأ : الوشائع الثلاثة لها نقطة مشتركة X , Y , Z ثم تربط الأطوار الثلاثة بالأطراف U , V , W .



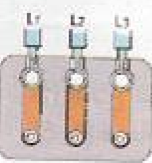


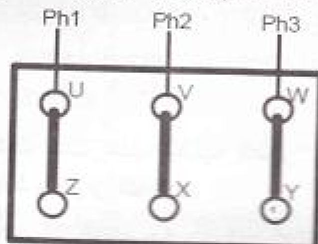


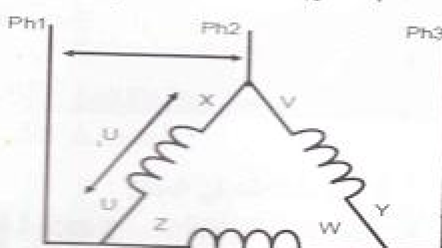
الشكل 3-6

في حالة الإقران النجمي تخضع الوشائع للتوتر البسيط " V "

- الإقران المثلثي :
  - الرمز : D أو Δ
  - المبدأ : تربط اللفات الثلاثة على التسلسل مشكلة مثلثا ثم توصل الأطوار الثلاثة برؤوس المثلث .







الشكل 3-7

في حالة الإقران المثلثي تخضع الوشائع للتوتر المركب " U "

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-6 »

نشاط : أذكر نوع الإقران الموافق في الجدول التالي :

5-3) لوحة التعليمات :

نجد على المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور لوحة التعليمات التي تحمل البيانات التالية :
- المميزات الكهربائية - المميزات الميكانيكية
- المميزات التجارية

المحرك \ الشبكة	3 × 380V	3 × 220V
127 / 220 V		
220 / 380 V		
380 / 660 V		

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-5 »

LEROY SOMER MOT. 3 ~ LS 80 L T
N° 734570 BJ 002 kg 9
IP 55 1 cl.F 40°C S1

V	Hz	min⁻¹	kW	cos	A
Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

تيار الخط في حالة إقران مثلثي — رمز حماية المحرك — إقران Δ في حالة شبكة 3 × 220 V — إقران Y في حالة شبكة 3 ×380 V — السرعة الاسمية — تواتر الاستعمال — عامل الإستطاعة للمحرك — الاستطاعة الميكانيكية المفيدة — تيار الخط في حالة إقران نجمي

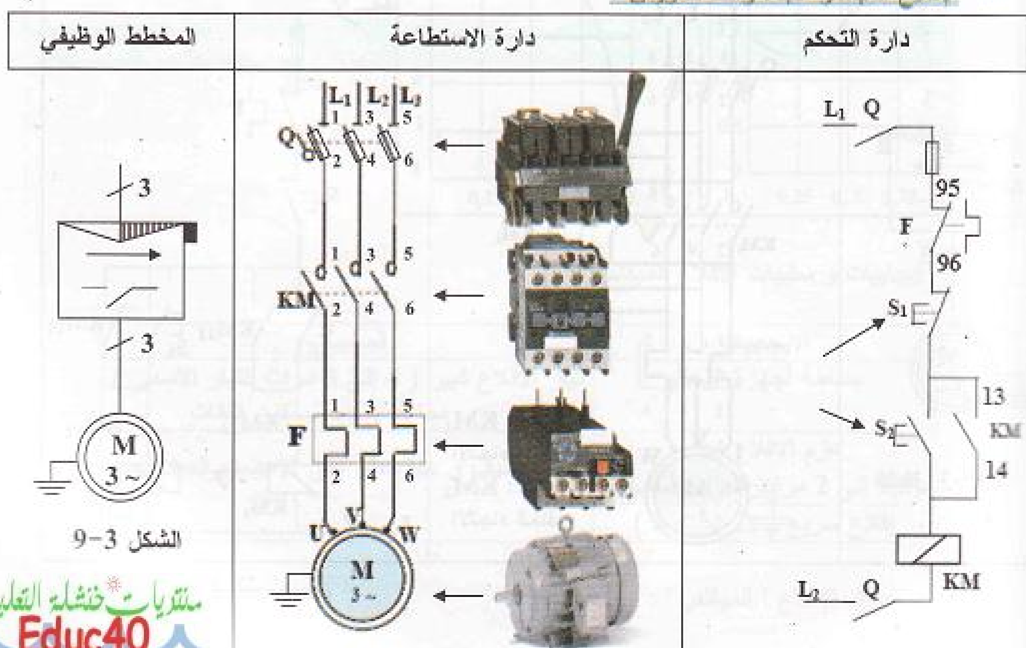
الشكل 3-8

5-4) إقلاع المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور :

5-4-1/ الإقلاع المباشر :

المبدأ : يوصل المحرك مباشرة بشبكة التغذية و يتم الإقلاع في شوط واحد .

- الإقلاع المباشر اتجاه واحد للدوران :



الشكل 3-9

دارة التحكم	دارة الاستطاعة
- نبضة على زر التشغيل S_2 (التشغيل في الاتجاه الأمامي) - غلق KM_1 - تحقيق التغذية الذاتية بـ KM_{11} (13 -14) - التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المرحل الحراري F (95 – 96) . - نبضة على زر التشغيل S_3 (التشغيل في الاتجاه الخلفي) . - غلق KM_2 - تحقيق التغذية الذاتية بـ KM_{21} (13 -14) - تحقيق الرتج الكهربائي بالملمسين KM_{12} (21 -22) و KM_{22} (21 -22) . - تجسيد الرتج الميكانيكي بين KM_1 و KM_2 بـ ▽	الاتجاه الأمامي : - غلق يدوي لـ Q . - غلق KM_1 ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الأمامي . الاتجاه الخلفي : غلق يدوي لـ Q . - غلق KM_2 ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الخلفي .

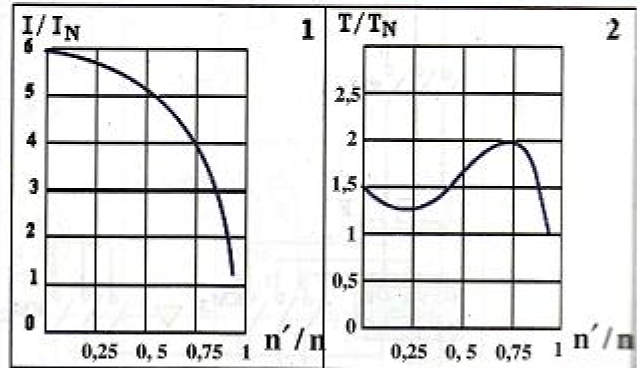
• خاصيات الاقلاع المباشر :

المنحنى -1- : خاصية التيار الممتص بدلالة السرعة .   المنحنى -2- : خاصية العزم بدلالة السرعة .

تيار الإقلاع : $I_d = 6 . I_N$ ،   عزم الإقلاع : $T_d = 1,5 . T_N$

ملاحظة : I_N و T_N تمثل القيم الاسمية .

الشكل 3-11



• إيجابيات و سلبيات الإقلاع المباشر :

الإيجابيات	السلبيات
بساطة أجهزة التحكم	تيار الاقلاع كبير (4 إلى 8 مرات التيار الاسمي) مما قد يسبب تسخين اللفات
عزم الاقلاع كبير (1,5 إلى 2 مرات العزم الاسمي)	إقلاع عنيف و هذا خطر على الأعضاء الميكانيكية
إقلاع سريع (2s إلى 3 s)	

• إستعمال الإقلاع " المباشر " :

✓ الأجهزة المستعملة و دورها :

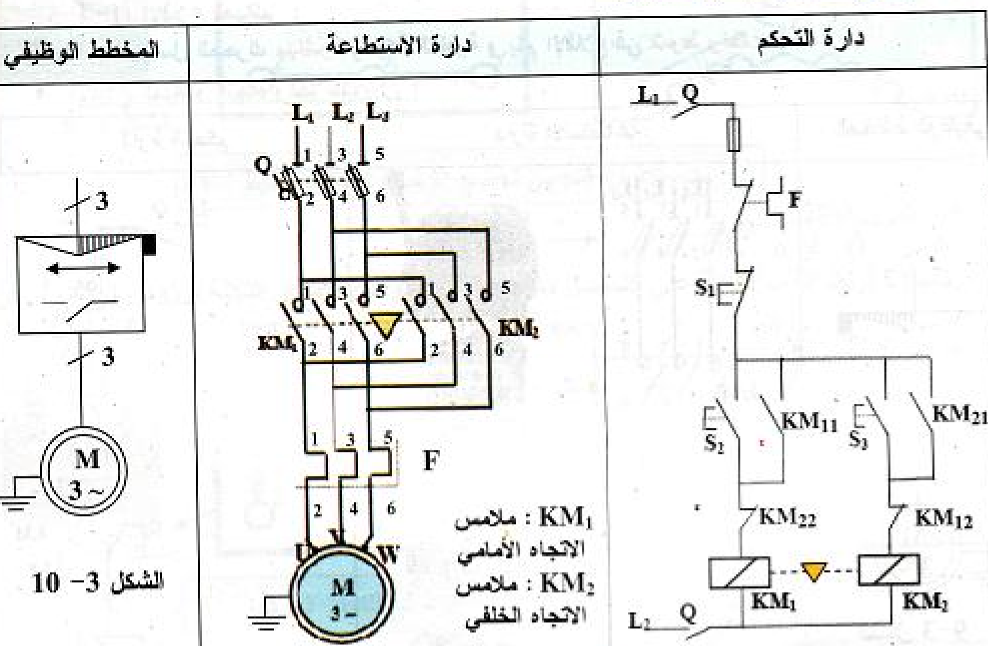
الرمز	الجهاز	الدور
Q	قاطع عازل	عزل الدارة و الحماية ضد الدارات القصيرة
KM	ملامس كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك
F	مرحل حراري	حماية المحرك من الحمولة المفرطة
M	محرك ثلاثي الطور	تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية
S_1	زر ضاغط	توقيف المحرك
S_2	زر ضاغط	تشغيل المحرك

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-7 » ، « Réf 3-5 »

✓ مبدأ التشغيل :

دارة الاستطاعة	دارة التحكم
– غلق يدوي لـ Q . – غلق KM ، وضع المحرك تحت التوتر	– نبضة على زر التشغيل S_2 . – غلق الملامس KM . – تحقيق التغذية الذاتية لـ KM (13 -14) . – التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المزحل الحراري F (95 – 96)

• الإقلاع المباشر اتجاهين للدوران :



الشكل 3- 10

✓ مبدأ التشغيل :

يخصص هذا النوع من الاقلاعات لـــ :

– المحركات ذات الاستطاعات الضعيفة $(P < 5kW)$ بسبب طلب تيار كبير عند الاقلاع .

– الآلات التي تتطلب عزم إقلاع كبير

5-4-2/ الإقلاع نجمي – مثلثي :

يطبق هذا النوع من الاقلاعات على المحركات التي تكون كل أطراف لفاتها خارجية على لوحة المرابط و يكون الاقران المثلثي موافقا لتوتر الشبكة .

المبدأ : يتم الاقلاع في شوطين (مرحلتين) :

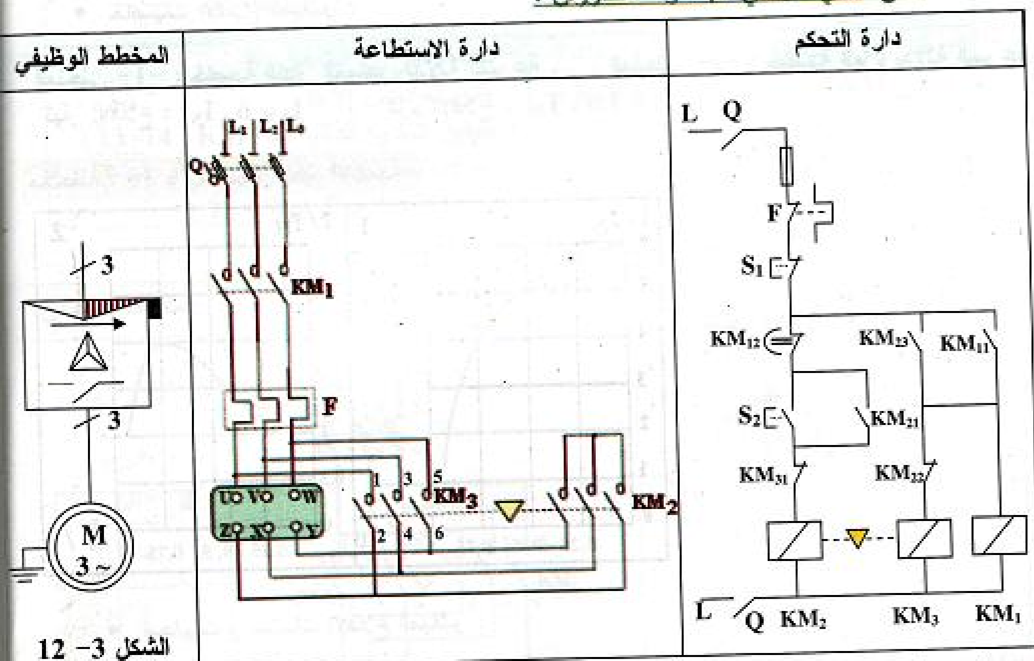
الشوط الأول : إقران نجمي (Y) للفات المحرك

يتم إقلاع المحرك بإقران نجمي تحت توتر مخفض $\frac{U}{\sqrt{3}}$ حيث تيار الإقلاع ضعيف .

الشوط الثاني : إقران مثلثي (Δ) للفات المحرك

عندما تقترب سرعة الاقلاع من السرعة الاسمية، يتم حذف الاقران النجمي و المرور بسرعة إلى الاقران المثلثي فيصبح المحرك مغذى بالتوتر الكلي U .

• اقلاع نجمي – مثلثي اتجاه واحد للدوران :



الشكل 3- 12

✓ الأجهزة المستعملة و دورها :

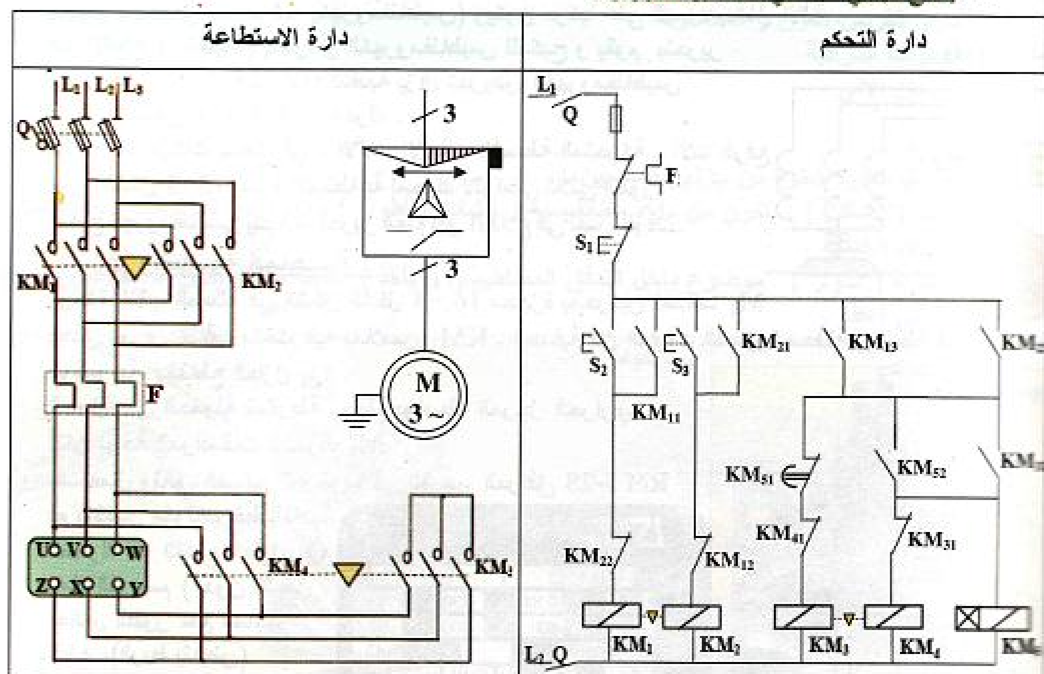
الرمز	الجهاز	الدور
KM_1	ملامس كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك (ملامس الخط)
KM_2	ملامس كهرومغناطيسي	تحقيق الربط النجمي
KM_3	ملامس كهرومغناطيسي	تحقيق الربط المثلثي
KM_{12}	ملمس مؤجل	ضبط زمن الربط النجمي

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-8 »

✓ مبدأ التشغيل :

دارة الاستطاعة	دارة التحكم
- غلق يدوي لـ Q . - غلق KM_2 (تحقيق الربط النجمي) - غلق KM_1 (ملامس الخط) - فتح KM_1 (خذف الربط النجمي) - غلق KM_3 (تحقيق الربط المثلثي)	- نبضة على زر التشغيل S_2 - تحريض KM_2 . - غلق المماسات KM_{21} و KM_{23} - فتح KM_{22} . - تحريض KM_1 . - تحقيق التغذية الذاتية لـ KM_1 بواسطة الملمس KM_{11} . - فتح الملمس المؤجل KM_{12} . - إزالة التحريض لـ KM_2 . - تحريض KM_3 . - التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المرحل الحراري F (95 – 96) أو بانصهار الفواصم .

• إقلاع نجمي – مثلثي اتجاهين للدوران :

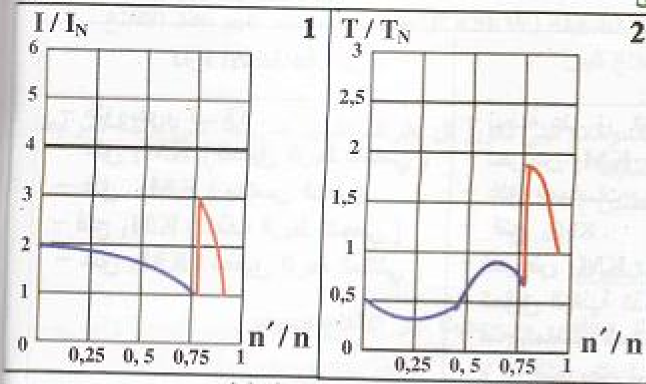


الشكل 3–13

• إيجابيات و سلبيات الإقلاع نجمي – مثلثي :

الإيجابيات	السلبيات
تيار الاقلاع ضعيف من 1,3 إلى $2,6.I_N$	العزم ضعيف مقارنة مع عزم الاقلاع المباشر من 0,2 إلى $0,5 .T_N$
	التيارات الانتقالية هامة عند المرور من الاقتران النجمي إلى المثلثي

• خاصيات الإقلاع " نجمي – مثلثي " :



الشكل 3-14

المنحنى -1- : خاصية التيار الممتص بدلالة السرعة .

تيار الإقلاع : $I_d = 2 . I_N$

المنحنى -2- : خاصية العزم بدلالة السرعة .

عزم الإقلاع : $T_d = 0,5 . T_N$

• استعمال الإقلاع نجمي – مثلثي :

يخصص هذا النوع من الاقلاع للمحركات ذات الحمولةالضعيفة .

الشكل 3-15

6) المحركات الكابحة :

هي عبارة عن محركات لاتزامنية مزودة بتجهيز الكبح الكهرومغناطيسي (تجهيز ميكانيكي متحكم فيه بكهرومغناطيس) ويكون مركبا على العمود بداخل الآلة . عند الإقلاع (التغذية) يتحرض الكهرومغناطيس للمكبح و يقوم بتحرير تجهيز الكبح . عند قطع تيار التغذية يزال تحريض الكهرومغناطيس و يقوم نابض الإرجاع بكبح المحرك .

تستعمل المحركات بمكبح في : الآلات الآلية ، الأبسطة المتحركة ، آلات الرفع

يمثل (الشكل 3-15) دارة الاستطاعة لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور بمكبح كهرومغنايسي يتم فيه تحرير العمود و الإقلاع في نفس الوقت.

Q1
F1
KM1
F2
M 3~

وضعية ادماجية :

وحدة الثقب الممثلة في الشكل الشكل 3- 16 مجهزة بمحركين أحدهما M_1 يحقق دوران الثاقب متحكم فيه بملامس KM_1 . الحماية من الدارات القصيرة محققة بواسطة فواصم موضوعة بالقاطع العازل Q_1 .

الحماية من الحمولة المفرطة محققة بواسطة المرحل الحراري .

لتكن لوحة المواصفات للمحرك M_1 :

باستعمال وثائق الصانع الموجودة في القرص المرافق Réf 3-28

الشكل 3-16

M2
M1
S1
S2
S3
S5
Marche

LEROY SOMER — 16815 ANGOULEME FRANCE
MOTEUR ASYNCHRONE - NFC 51.111 NOV. 79

kW	7,5	cosφ	0,84	Δ V 230	A
		rdt%	83	Y V 400	A
tr/min	1450			amb°C	40
Hz	50	Ph	3	S S1 FMC	84

Roulements Made in
Autres Pièces Made in FRANCE

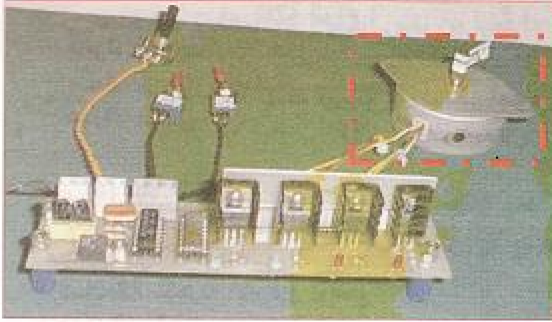
قم باختيار مكونات خط التغذية للمحرك :- القاطع العازل Q_1 حامل الفواصم (بدون تشغيل أحادي الطور ،مع مماسين للقطع ،(الربط بنابض) (raccordement par ressort)

- الفواصم المناسبة .
- الملامس KM_1 (الربط بنابض) .
- المرحل الحراري F_1 (الربط بنابض)

ملاحظة :

شبكة التغذية المتوفرة هي شبكة 4 خطوط N+ 400V التي تنتج تيار قصى 100 A و جزء التحكم تحت توتر 24 V و تواتر 50 Hz .

II- المحرك خطوة خطوة :



ظهر المحرك خطوة خطوة لأول مرة سنة 1933 و منذ ذلك الحين و هو في تطور مستمر نظرا لأهميته البالغة و كثرة استعماله . يرجع فضل تطوره لظهور الميكرومعالج ، بساطة تركيبه ، سهولة التحكم فيه و قلة تكلفته .

1) تعريــف :

المحرك خطوة خطوة هو منفذ يقوم بتحويل سلسلة من نبضات للتيار (طاقة كهربائية) إلى حركة دورانية بعدد خطوات مناسب (طاقة ميكانيكية) . تتعلق سرعة المحرك بتواتر النبضات المرسلة .

2) الـرمــز :

M

3) مجال الاستعمال :

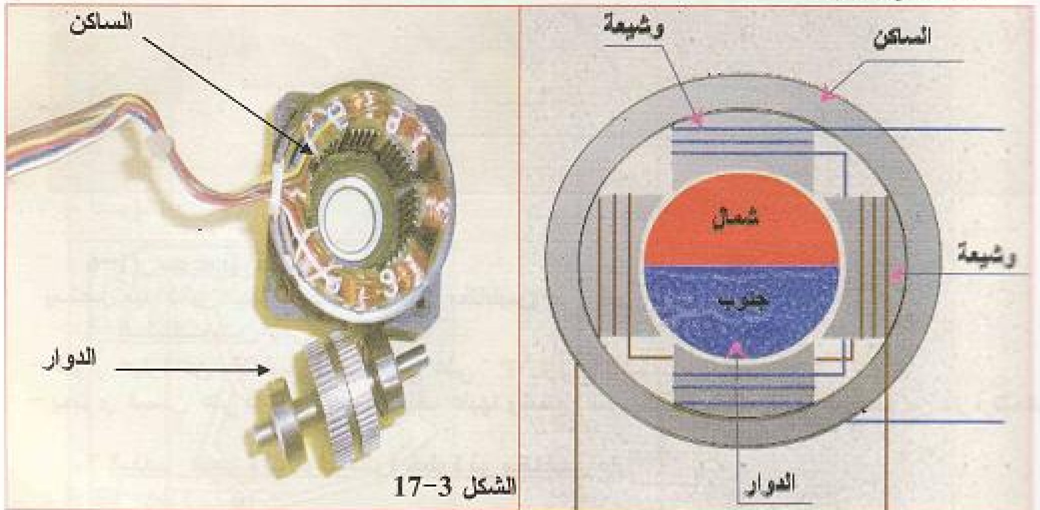
تستعمل المحركات خطوة خطوة في كل التطبيقات التي تتطلب حركات دقيقة :

- الطابعات
- قارئ القرص المرن و المضغوط
- كاميرات المراقبة
- الانسان الآلي

4) التكوين :

يتكون المحرك خطوة خطوة من جزئين أساسيين :

- جزء ثابت (الساكن) : يتكون من دارة مغناطيسية و وشائع (أطوار) ، دوره هو إنتاج تدفق مغناطيسي في اتجاهات مختلفة .
- جزء متحرك (الدوار) : موضوع داخل التدفق المغناطيسي و يأخذ وضعيته بحيث يكون التدفق المغناطيسي أعظم .



الشكل 3-17

5) أنواع المحركات خطوة خطوة :

تصنف المحركات خطوة خطوة حسب :

* الـــدوار : و هي ثلاثة أنواع :
- محرك ذو مغناطيس دائم
- محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة
- محرك هجيني

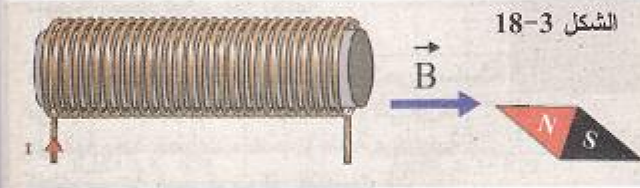
* المـــاكـن : وهي نوعان :
- أحادي القطب : تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية
- ثنائي القطب : لا تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية

6) مبدأ التشغيل :

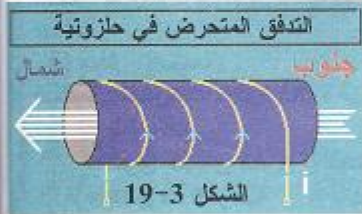
تجربة : نغذي وشيعة و نضع بجانبها إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: تتحرك الإبرة و بوضع وجهها الشمالي نحو وجه الوشيعة (الوجه الجنوبي) .

- التفسير: مرور تيار كهربائي في وشيعة ينتج عنه حقل مغناطيسي .



الشكل 3-18

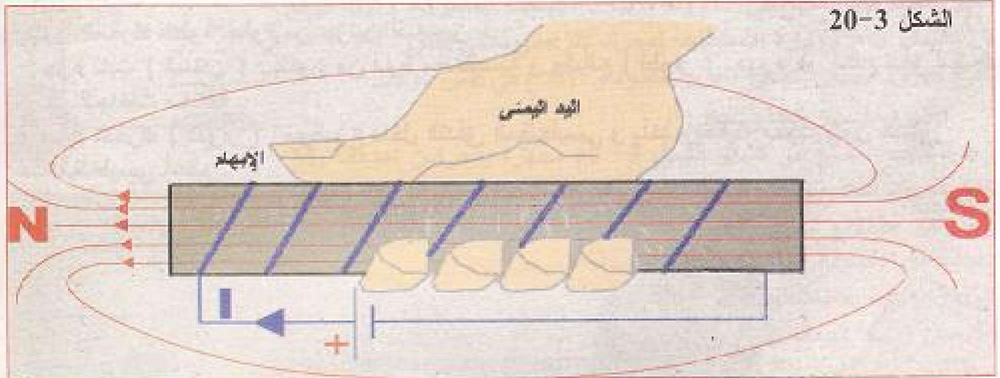


الشكل 3-19

كما يوضح الشكل 3-19 في حالة حلزونية و بالتالي وجود وجه شمالي و وجه جنوبي حسب قاعدة اليد اليمنى الشكل 3-20 .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-16 »

(ملاحظة : قطبان متشابهان يتنافران و قطبان مختلفان يتجاذبان) .
على هذا المبدأ يعتمد تشغيل المحرك خطوة خطوة .



الشكل 3-20

6-1) محرك ذو مغناطيس دائم :

يستعمل مبدأ تأثير الحقل المغناطيسي على مغناطيس .

* التـــكـويـــن :

- الدوار عبارة عن مغناطيس دائم يحتوي على " P " أزواج الأقطاب .
- يحتوي الساكن على دارة مغناطيسية يلف عليها وشائع التي تتلقى نبضات التيار المرسلة من دارة التحكم.

* المقادير المميزة للمحرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم :

أ/ عدد الأطوار : m
ب/ عدد أزواج أقطاب الدوار : p
جـ/ نوع التغذية : K_1

- يكون المحرك **أحادي القطب** لما يولد اللف دوما قطبا من نفس الإسم (إتجاه الحقل المغناطيسي $\vec{B}$) .
  إستقطاب اللف وحيد $(K_1=1)$.
- يكون المحرك **ثنائي القطب** لما يولد اللف إما وجها شماليا أو جنوبيا حسب اتجاه التيار ، كل طرف من هذه اللفات يكون خاضعا للقطب السالب أو الموجب $(K_1=2)$.

د/ نوع التبديل K_2:
- تبديل **متناظر** (الخطوة الكاملة) : يكون نفس عدد الأطوار المحرضة خلال دورة التشغيل .
- تبديل **غير متناظر** (نصف الخطوة) : يتغير عدد الأطوار المحرضة خلال دورة التشغيل .

هـ/ عدد الخطوات في الدورة (الوضعيات) N : $N=m\cdot p\cdot K_1\cdot K_2$

ي/ الخطوة الزاوية α : $\alpha=\frac{360}{N}(°)=\frac{2\pi}{N}(rd)$

- <u>محرك ذو مغناطيس دائم أحادي القطب (أحادي الاتجاه) :</u>

يحتوي الساكن على وشيعتين بنقطة وسطية و دوار ذو قطبين . تسمح المبدلتين بترتيب تغذية الوشائع (نصف الوشيعة) و يسمى هذا النوع من التغذية ' أحادي القطب ' لأن نفس قطب التغذية يطبق دائما على نفس أطراف نصف الوشائع .

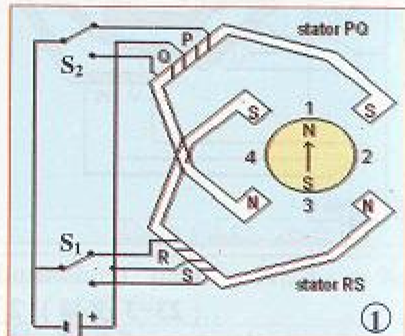
في الحقيقة يحتوي المحرك على أربعة وشائع مستقلة أو أربعة أطوار ، يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية وشائع الساكن .

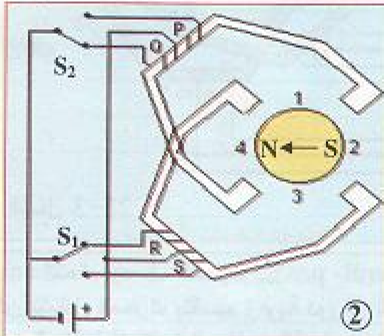
➢ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-10 »

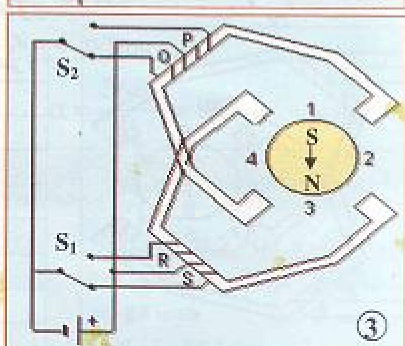
- التحكم بالخطوة الكاملة (commande par pas entier) . (الشكل 3-21)

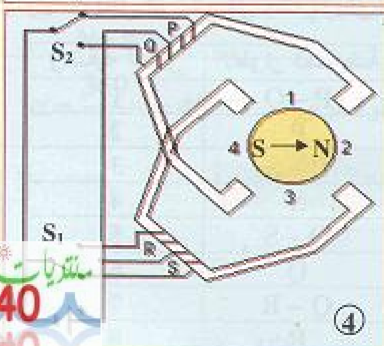
نقوم بتغذية الوشائع P , Q , R , S مثنى مثنى والجدول التالي يبين كيفية التشغيل .

الشكل 3-21









- جدول تحريض الوشائع :

الخطوة	اتجاه الدوران : إتجاه عقارب الساعة		اتجاه الدوران :عكس إتجاه عقارب الساعة	
	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P - R	1	Q - R	4
2	P – S	2	Q – S	3
3	Q – S	3	P – S	2
4	Q - R	4	P - R	1

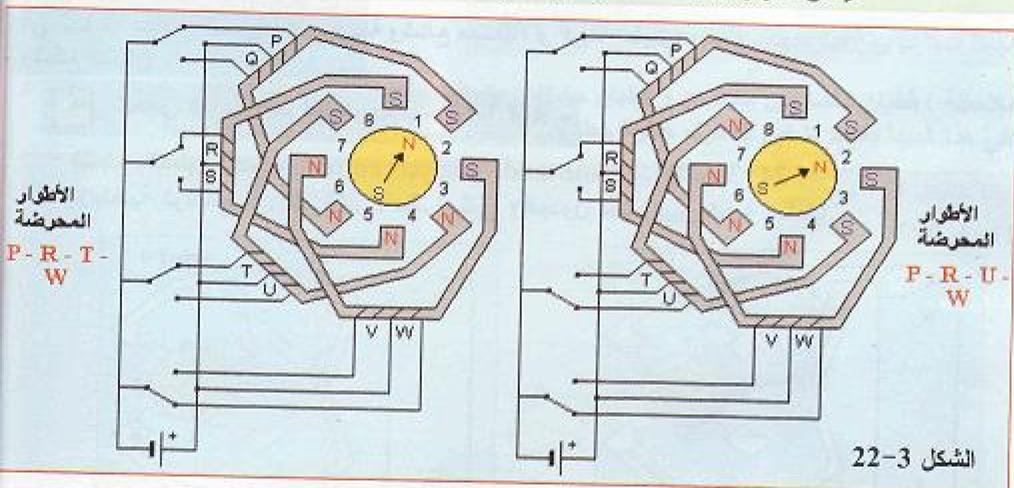
– المقادير المميزة :

$m=4 \quad , \quad p=1 \quad , \quad K_1=1 \quad , \quad K_2=1$

عدد الوضعيات : $N= m . p . K_1 . K_2 = 4 . 1 . 1 . 1 = 4$ p/tr

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$ نوع التبديل : أحادي القطب متناظر .

ملاحظة -1- : لزيادة عدد وضعيات الدوار ، يمكن الحل في زيادة عدد الأطوار . في حالة الشكل التالي ، يمكن للدوار أن يأخــذ 8 وضعيات أي خطوة زاوية 45° .

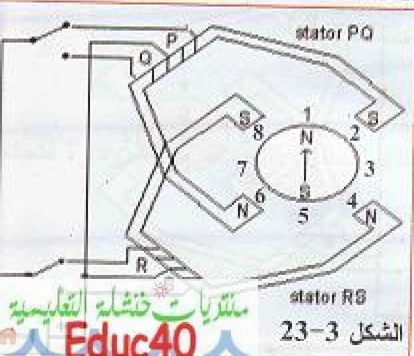


الشكل 3–22

– التحكم بنصف الخطوة . (commande par demi- pas)

يمكن تشغيل المحرك بتقسيم زاوية دوران الدوار على 2 (الشكل 3–23) .

– جدول تحريض الوشائع في حالة دوران في اتجاه عقارب الساعة :



الشكل 3–23

نصف الخطوة	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P – Q	1
2	P	2
3	P – S	3
4	S	4
5	Q – S	5
6	Q	6
7	Q – R	7
8	R	8

نشاط :

أعط جدول تحريض الوشائع في حالة دوران المحرك عكس اتجاه عقارب الساعة ؟

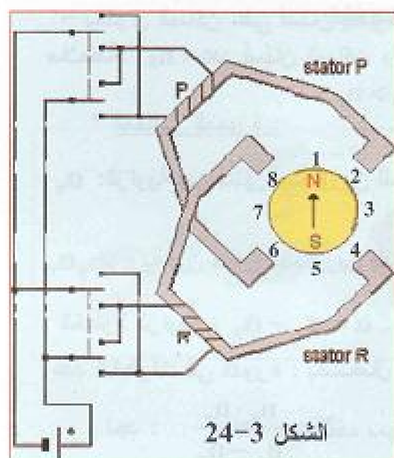
– المقادير المميزة :

$m=4 \quad , \quad p=1 \quad , \quad K_1=1 \quad , K_2=2$

عدد الوضعيات : $N= m . p . K_1 . K_2 = 4 . 1 . 1 . 2 = 8$ p/tr

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$

نوع التبديل : أحادي القطب لامتناظر .



الشكل 3–24

- محرك ذو مغناطيس دائم ثنائي القطب (ثنائي الاتجاه) :
(الشكل 3–24)

لا تحتوي وشائع الساكن على نقطة وسطية .

– جدول تحريض الوشائع في حالة دوران في اتجاه عقارب الساعة :

الخطوة	الطوار المحرضة	وضعية الدوار	نصف الخطوة	الطوار المحرضة	وضعية الدوار
التحكم بالخطوة الكاملة			التحكم بنصف الخطوة		
1	P - R	1	1	P – R	1
2	P – R	3	2	P	2
3	P – R	5	3	P – R	3
4	P – R	7	4	R	4
			5	P – R	5
			6	P	6
			7	P – R	7
			8	R	8

– المقادير المميزة :

التحكم بالخطوة الكاملة	التحكم بنصف الخطوة
$m=2 \quad p=1 \quad K_1=2 \quad K_2=1$	$m=2 \quad p=1 \quad K_1=2 \quad K_2=2$
عدد الخطوات في الدورة : N= 2.1.2.1 N= 4 p/tr	عدد الخطوات في الدورة : N=2.1.2.2 N= 8 p/tr
الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$	الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-12 » ، « Réf 3-15 »

* خصائص المحرك ذو مغناطيس دائم :
– عدد الخطوات في الدورة ضعيف
– عزم المحرك كبير
– يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية الوشائع و اتجاه التيار بالنسبة لثنائي القطب .

3 (ج) محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة : يستعمل مبدأ التدفق الأعظمي .

التكوين :

- الدوار عبارة عن اسطوانة من الحديد اللين (غير ممغنط) و يحتوي على أسنان .
- يحتوي الساكن على أسنان بعدد مختلف عن الدوار حيث تلف عليها وشائع التي تمثل أطوار المحرك .

ملاحظة: n_S : عدد أسنان الساكن ، n_r : عدد أسنان الدوار

$$n_S > n_r$$

الشكل 25-3

* المقادير المميزة :

α_s: الزاوية بين سنين متجاورين للساكن $\left(\alpha_s = \frac{2\pi}{n_s}\right)$.

α_r: الزاوية بين سنين متجاورين للدوار $\left(\alpha_r = \frac{2\pi}{n_r}\right)$

الخطوة الزاوية : $\alpha = \alpha_r - \alpha_s$

عدد الخطوات في الدورة : باستعمال العلاقات السابقة

نجد : $N = \frac{n_s \cdot n_r}{n_s - n_r}$

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{2\pi}{N}$

* مبدأ التشغيل :

عند تغذية طور معين ، فالسن المحاط حوله الوشيعة المحرضة يجذب له السن الأقرب للدوار حيث يكون التدفق المغناطيسي من خلال الطور المحرض أعظمي .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-13 »

- جدول تحريض الوشائع :

التحكم بالخطوة الكاملة		التحكم بنصف الخطوة	
الطوار المحرضة		الطوار المحرضة	
اتجاه عقارب الساعة	عكس اتجاه عقارب الساعة	اتجاه عقارب الساعة	عكس اتجاه عقارب الساعة
AA'	AA'	AA'	AA'
BB'	DD'	AA' - BB'	AA' - DD'
CC'	CC'	BB'	DD'
DD'	BB'	BB' - CC'	DD' - CC'
		CC'	CC'
		CC' - DD'	CC' - BB'
		DD'	BB'
		DD' - AA'	BB' - AA'

نشاط :

1/ ما هو عدد أسنان الساكن و الدوار ؟
2/ ما هو الطور المحرض لما يكون الدوار في الوضعية الممثلة في الشكل 3-25 ؟
2/ نغذي الطور ′BB : - ما هي الوضعية الجديدة للدوار؟ - في أي اتجاه يدور
3/ استنتج عدد الخطوات في الدورة ؟

* خصائص المحرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة :
- عدد الخطوات في الدورة كبير
- عزم المحرك ضعيف
- لا يتعلق اتجاه الدوران باتجاه التيار و إنما بترتيب تغذية الوشائع فقط .

6-3) محرك هجيني :

يجمع هذا المحرك بين مبدئي المحركين السابقين .



* التكوين :

يتكون الدوار من قرصين مزاحين ميكانيكيا لهما أسنان و يوضع بينهما مغناطيس دائم .
يحتوي الساكن على أسنان تلف حولها وشائع

ملاحظة : عدد أسنان الدوار مختلف عن عدد أسنان الساكن .

* مبدأ التشغيل :

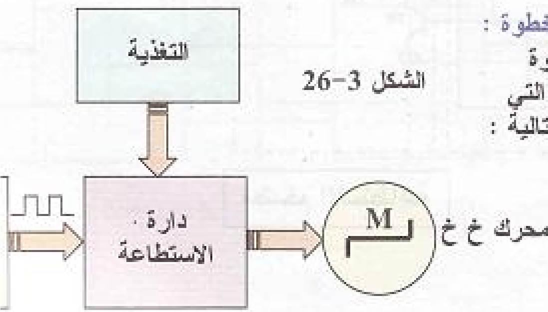
عند تغذية وشيعة، يضع الدوار الأسنان شمال N و الجنوب S بحيث يكون التدفق المار في الدوار أعظمي .

6-4) مقارنة الأنواع الثلاثة للمحركات خطوة خطوة :

نوع المحرك	محرك ذو مغناطيس دائم	محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة	محرك هجيني
عدد الخطوات في الدورة	متوسط (من 2 إلى 24 خطوة)	كبير(من 12 إلى 72 خطوة)	كبير جدا(من 24 إلى 400)
عزم المحرك	مرتفع	ضعيف	مرتفع
إتجاه الدوران	يتعلق بـــ : - إتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع	يتعلق بـــ : - ترتيب تغذية الوشائع فقط	يتعلق بـــ : - إتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع
الاستطاعة	بعض عشرات الواط	بعض الواط	تصل حتى 10 كيلوواط
الثمن	إقتصادي	مرتفع	مرتفع

7) التحكم في المحركات خطوة خطوة :

يستدعي تشغيل محرك خطوة خطوة بطريقة جيدة استعمال دارة التحكم التي تحتوي على الطوابق (الأجزاء) التالية :



الشكل 3-26

• دارة التحكم :

دورها هو توليد نبضات التحكم بحيث كل نبضة توافق خطوة(زاوية الدوران) على مستوى الدوار و تتعلق سرعة الدوران بتواتر النبضات .

تنجز هذه الدارة في عــدة تكنولوجيات :

- دارة توافقية (بوابات منطقية) .
- دارة تعاقبية (سجلات ، عدادات ، ......) .
- دارات مندمجة متخصصة .

• دارة الاستطاعة :

دورها هو تضخيم الإشارة المرسلة من دارة التحكم لتصبح كافية لتغذية أطوار المحرك و تستعمل فيها مقاحل في نظام التبديل .

مثال-1- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال دارة تعاقبية :



الأمر بالشحن

Vcc

+24V

دارة تعاقبية

مضخم الاستطاعة

المطلوب :

1- إستخرج معادلات المداخل للقلابات ؟

2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟
(مع العلم أنه يتم شحـــن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل

3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟

4- حدّد : -عدد الأطوار ؟ - عدد الأقطاب ؟ - نوع التغذية ؟ - نوع التبديل ؟
- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟
- الخطوة الزاوية α ؟

5- أرسم المخطط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية ؟

الـــحـــل :

1- معادلات المداخل للقلابات (تحليل الدارة التعاقبية) :

$$\begin{cases} J_4 = Q_3 \\ K_4 = Q_1 \end{cases} \quad \begin{cases} J_3 = Q_2 \\ K_3 = Q_4 \end{cases} \quad \begin{cases} J_2 = Q_1 \\ K_2 = Q_3 \end{cases} \quad \begin{cases} J_1 = Q_4 \\ K_1 = Q_2 \end{cases}$$

2- جدول تحريض الأطوار :

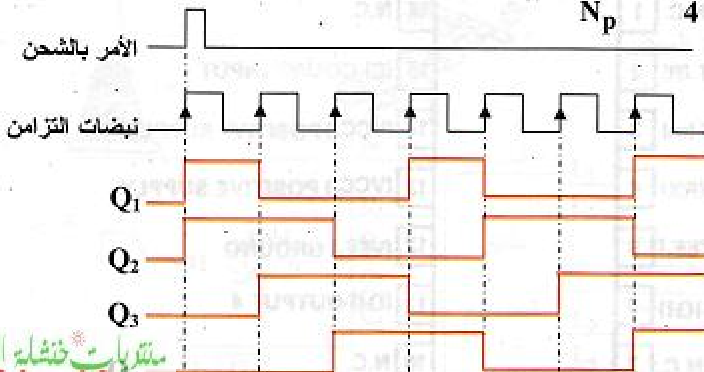
الخطوة	مخارج الدارة التعقبية				الأطوار المحرضة				حالات المقاحل			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	L_1	L_2	L_3	L_4	T_1	T_2	T_3	T_4
1	1	1	0	0	1	1	0	0	مشبع	مشبع	محصور	محصور
2	0	1	1	0	0	1	1	0	محصور	مشبع	مشبع	محصور
3	0	0	1	1	0	0	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
4	1	0	0	1	1	0	0	1	مشبع	محصور	محصور	مشبع

3- نوع الدارة التعاقبية : نستنتج من الدارة أن الدارة عبارة عن سجل حلقي إزاحة يمين .

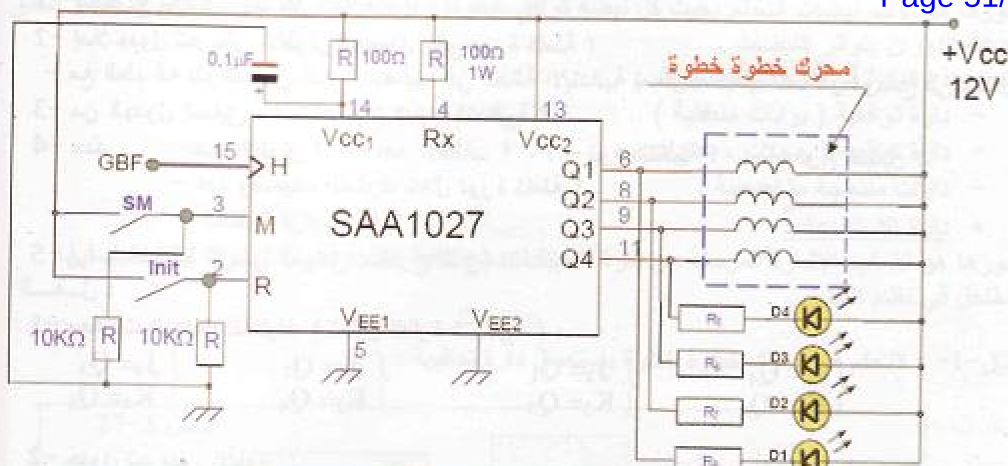
4- عدد الأطوار : m=4 ، عدد الأقطاب : 2 (P=1)
نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه) ($K_1=1$) ، نوع التبديل : متناظر ($K_2=1$)
عدد الوضعيات : $N_p = m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 pas/tour$

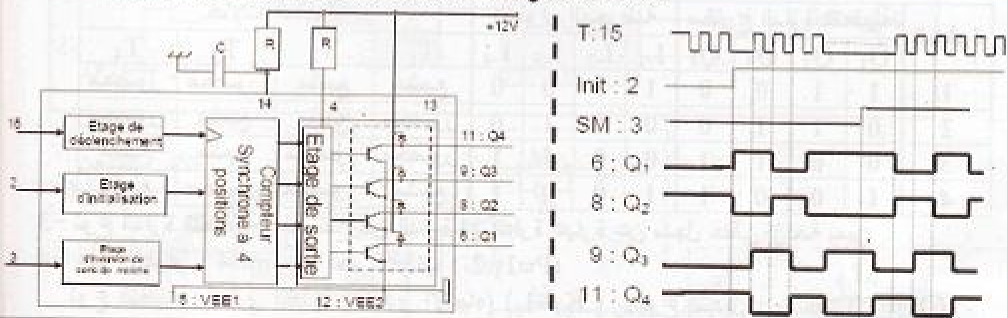
الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{N_p} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$

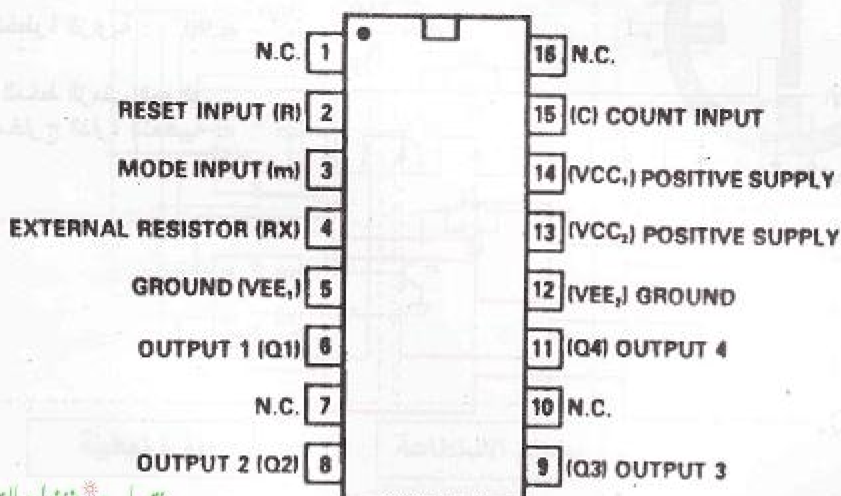
5- المخط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية :



مثال–2– : التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال الدارة المندمجة SAA1027 :





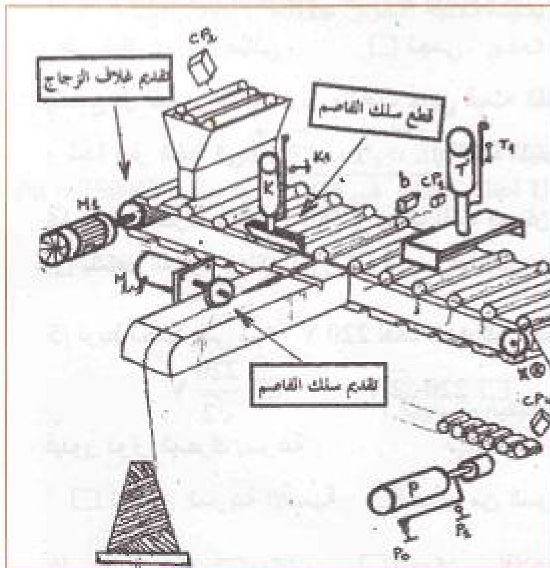


8) الخصائص التقنية للمحركات خطوة خطوة؟ :

يمثل الجدول التالي الخصائص التقنية التي تمثل المعايير الأساسية في اختيار محرك خطوة خطوة .

Moteur type	ID35014	ID35110
Puissance consommée par le moteur seul ... w	5,5	5,3
Couple dynamique maximale .... mNm	57	57
Couple de maintien ....mNm	85	95
Fréquence de démarrage maximale........pas/s	130	360
Nombre de phases	4	4
Résistance par bobine (à 20°c)........... Ω	47	7,7
Courant par bobine ....mA	240	575
Température maximale admissible ....°C	120	120
Angle de pas	7°30'	7°30'
Nombre de pas par tour	48	48
Sens de rotation	réversible	réversible
Moment d'inertie du rotor ....gcm²	45	45
Poids approximatif ....g	300	300

وضعية ادماجية :



ليكن نظام آلي " لتركيب الفواصم المنصهرة " الممثل في الشكل المقابل :

على النظام أن يقوم بتركيب الفواصم المنصهرة ذات معيار أقل من 3A بتوتر استعمال 220 V و تجميعها في علب ذات 6 فواصم .

يتضمن النظام عدة أشغولات من بينها أشغولة " تقديم سلك الفاصم " .

للتحكم في تقديم 2,13 cm من سلك الفاصم نستعمل محرك خطوة خطوة M_2 له الخصائص التالية :أحادي القطب ، زوج واحد لأقطاب الدوار يشتغل بـ 12V تيار مستمر متحكم فيه بسجل و يدير عجلة قطرها 1,36 cm .

<u>ما هو عدد النبضات التي يتلقاها السجل لتقديم الطول 2,13 cm ؟</u>



الشكل -8-

b	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
[illegible]	[illegible]	0	0	0
[illegible]	[illegible]	1	0	0
[illegible]	[illegible]	0	1	0
[illegible]	[illegible]	0	0	1

جدول مخارج السجل

اختبر معلوماتك

220 V/380 V	9,3 A/16,1 A
cosφ = 0,85	4500 W
1445 tr/min	

لتكن لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور :

1/ التوتر الأقصى المطبق على كل لف من لفات الساكن هو ☐

2/ يمكن تشغيل المحرك بـــ :

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v فقط ☐ شبكة ثلاثية الطور 380 v فقط

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v و 380 v

3/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 220 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي ☐ ،

و شدة تيار الخط هي ☐ 9,3 A ☐ 16,1 A و شدة التيار المار في كل لف هي ☐

4/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 380 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي ☐ ،

و شدة تيار الخط هي ☐ و شدة التيار المار في كل لف هو ☐ .

إذا غذينا المحرك بشبكة 380 v و ربطنا لفات الساكن على شكل مثلثي :

☐ يشتغل المحرك و لكن يدور الدوار بسرعة أكبر من 1500 tr/min ☐ يمكن تدمير اللفات

5/ نربط نجميا على شبكة 220 V لفات المحرك . فيخضع كل لف لتوتر فعال :

☐ $\frac{220}{\sqrt{2}}$ V ☐ $220\sqrt{2}$ V ☐ 380 V ☐ $\frac{220}{\sqrt{3}}$ V

فيدور دوار المحرك بسرعة :

☐ تساوي السرعة الاسمية ☐ أصغر من السرعة الاسمية ☐ أكبر من السرعة الاسمية

6/ هذا المحرك ☐ يمكن ☐ لا يمكن اقلاعه " نجمي-مثلثي" على شبكة 127 V / 220 V .

هذا المحرك ☐ يمكن ☐ لا يمكن اقلاعه " نجمي-مثلثي" على شبكة 220 V / 380 V .

7/ السرعة الاسمية للدوار هي : ☐ و سرعة المجال الدوار هي ☐

تمثل 4500 W : ☐ الاستطاعة المفيدة الاسمية للمحرك ☐ الاستطاعة الممتصة الاسمية للمحرك

8/ يمثل 0,85 عامل الاستطاعة للمحرك في حالة التشغيل :

☐ بدون حمولة ☐ في الشروط الاسمية

9/ قيمة الانزلاق هي : ☐ .

تـمـاريـن

تمرين 01 :_تحمل لوحة المواصفات لمحرك لا تزامني 3 ~ البيانات التالية :

PLAQUE SIGNALETIQUE			
300 W	230 V/400 V	50 Hz	1440 tr/min
cos φ = 0,66	Courant	1,75 A	Δ
		1,00 A	Y

1/ إشرح هذه المعلومات ؟

أحسب :

2/ سرعة المجال الدوار بـ tr/min ثم بـ tr/s ؟

3/ عدد أزواج الأقطاب ؟

يغذى المحرك بشبكة 230 v / 400 v

4/ ما هو التوتر المطبق على لف واحد للساكن ؟

5/ أذكر نوع الإقران ؟ علل ؟

6/استنتج تيار الخط من أجل التشغيل الإسمي ؟

7/ أحسب المردود ؟

تمرين 02 :

محرك لاتزامني ثلاثي الطور ذو قفص سنجاب يغذى بشبكة ثلاثية الأطوار 220 /380V 50Hz .

كل لف من لفات الساكن يتحمل 380 V في التشغيل العادي .

المحرك يخضع لتجارب أعطت النتائج التالية :

المقاومة المقاسة بين طورين للساكن هي 1.5 Ω .

– تجربة في الفراغ تحت توتر عادي للتشغيل أعطت : $P_0 = 210W$ ، $I_0 = 1.5A$

– تجربة بالحمولة تحت توتر عادي U =380V أعطت : التيار في الخط I = 4.7A ، Pa = 2500W

سرعة الدوران 1410 tr/min .

1– أحسب سرعة التزامن وعدد الأقطاب .

2–كيف ينبغي أن يقرن المحرك ؟

3– في حالة تشغيل المحرك في الفراغ ، أحسب :

أ / عامل الإستطاعة .

نفرض أن الضياعات المغناطيسية والضياعات الميكانيكية متساوية .

ب/ الضياعات المغناطيسية في الساكن والضياعات الميكانيكية .

4– المحرك يشتغل بالحمولة ، أحسب :

أ/ الإنزلاق

ب/ الضياعات بمفعول جول في الساكن .

جـ/ الضياعات بمفعول جول في الدوار.

د/ الإستطاعة المفيدة ، العزم المفيد ، مردود المحرك .

تمرين 03 :

محرك لا تزامني ثلاثي الطور، لفات الساكن مربوطة نجميا و مغذى من طرف شبكة 220/380 v،50hz.

مقاومة كل لف من الساكن 0,4Ω .

عند الإختبار في الفراغ يدور المحرك بسرعة 1500 tr/mn و يمتص إستطاعة 1150 w ، و تيار في الخط 11,2 A

عند الإختبار بحمولة إسمية تحت نفس التوتر و بنفس التواتر 50 hz نتحصل على النتائج

ـ الإنزلاق : 4%
ـ الإستطاعة الممتصة : 18,1 KW
ـ شدة التيار في الخط : 32 A

1/ أ) أحسب الضياعات بفعل جول في الساكن عند الإختبار على فراغ .
ب) ماذا يمكن أ ن نقول عن الضياعات بفعـل جول في الدوار عند هذا الإختبار ؟
جـ) إستنتج الضياعات في الحديد علما أنّ الضياعات الميكانيكية تقدر بـ 510 W
2/ أ) أحسب عامل الإستطاعة الإسمي و سرعة الدوران الاسمية .
ب)أحسب تواتر التيارات في الدوار من أجل إنزلاق قدره 4 % ماذا يمكن أن نقول عن الضياعات في حديد الدوار
3/ أحسب الضياعات بفعل جول في الساكن و في الدوار بحمولة إسمية .
4/ أحسب الإستطاعة المفيدة و مردود المحرك بحمولة إسمية .
5/ أحسب عزم المزدوجة المفيد الإسمي .

تمرين 04 :

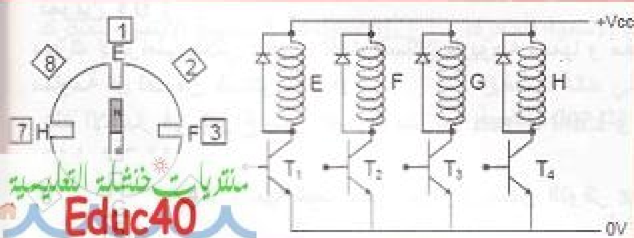
ليكن محرك خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .
S_1 , S_2 , S_3 , S_4 : عبارة عن مبدلات .
1) ما هو نمط تغذية المحرك ؟
2) ما هو عدد الأطوار ؟
3) أحسب عدد الخطوات في الدورة ؟
4) أحسب بالدرجة الخطوة الزاوية ؟

تمرين 05 :

ليكن محرك خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .
1) ما هو عدد الأطوار ؟
2) ما هو عدد الأقطاب ؟
3) عيّن عدد الوضعيات في الدورة باعتبار أن تغذية الأطوار تكون منفصلة ؟
4) استنتج الخطوة الزاوية ؟

تمرين 06 :

ليكن المحرك خطوة خطوة الممثل في الشكل التالي :
1) أكمل جدول تحريض الأطوار التالي ؟
2) استنتج : عدد الأطوار ؟ عدد الأقطاب ؟ نوع التبديل ؟ نوع التغذية ؟ الخطوة الزاوية ؟



وضعية الدوار	المقحل المشبع	وضعية الدوار	المقحل المشبع
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

4 وظيفة تضخيم الإستطاعة



الشكل 1-4

عندما تكون استطاعة إشارة الدخول (إشارة التحكم) ضعيفة بشكل يجعلها غير قادرة على التحكم (التأثير على العنصر أو الجهاز المتحكم فيه) في هذه الحالة يستوجب الأمر المعالجة ، و ذلك برفع إستطاعة الإشارة إلى مستوي يجعلها قادرة على التحكم (التأثير) ، و لا يتحقق ذلك إلا بإستعمال تركيب يقوم بهذه العملية يسمى بمضخم الاستطاعة ، يظهر في الشكل4-1 باللون الأحمر.
تنتهي عامة طوابق مضخمات الاستطاعة بحمولة مثل (رافع الصوت, محرك, منفذ متصدر ...الخ) وذلك قصد تزويدها بالإستطاعة الضرورية و اللازمة لقيادتها .



الشكل 2-4

نضرة داخلية لمضخم بمقاطع

الشكل 3-4

1) مردود المضخم :

تقدم تغذية التركيب استطاعة كلية تقدر بـ P_f التي تتوزع ما بين الاستطاعة المقدمة للحمولة P_U و *الاستطاعة الضائعة P_d ، أما الاستطاعة التي تقدمها دارة التحكم و المتمثلة في الاستطاعة P_C فهي على* العموم مهملة أمام الإستطاعة المقدمة (الممتصة) .

يعرف المردود بـ : $\eta=P_U/P_f$

2) الصنف :

تُعرف أصناف تشغيل المضخم حسب موقع نقطة التشغيل على مستقيم الحمولة .

2-1/ الصنف A :

في حالة التشغيل الخطي ، لا يكون هناك حسر و لا تشبع للمقحل ، و نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة أي النقطة A أنظر الشكل 4-4

2-2/ الصنف B :

يكون المقحل ناقل خلال نصف الدور، و نقطة التشغيل المثالية هي النقطة B أنظر الشكل 4-4 حيث $Ic=0$ و $Vc=E$

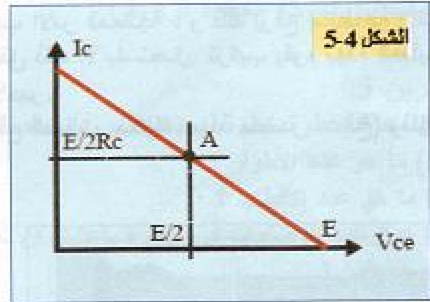
الشكل 4-4

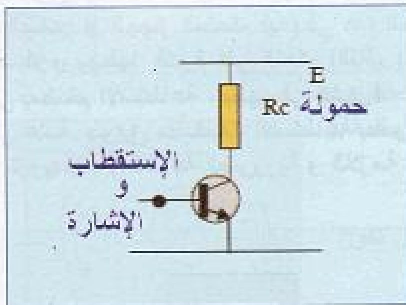
2-3/ الصنف AB :

لا نستطيع تطبيقيا تحقيق تشغيل المقحل في الصنف B بسهولة ، أي جعل تيار الراحة $I_B=0$ ، و يكون من السهل استقطابه مع الإبقاء على تيار ضعيف في جامعه النقطة AB على الشكل4-4

3) الصنف A في حالة حمولة مقاومة صرفة :

تركيب المقحل باعث مشترك ، نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة .





الشكل 6-4

تيار الراحة $I_C=E/2R_C$ و توتر الراحة $V_{CE}=E/2$

الاستطاعة المفيدة المقدمة للحمولة

$$Pu=\frac{V_S^2}{2.R_C}$$

الاستطاعة المفيدة المقدمة من طرف التغذية

$$Pf=\frac{E^2}{2R_C}$$

الاستطاعة الضائعة في المقحل

$$P_d=P_f-P_U=E^2/2R_C-V_S^2/2.R_C$$

المردود و هو النسبة بين الاستطاعة المفيدة على الاستطاعة الممتصة أو المقدمة من طرف التغذية

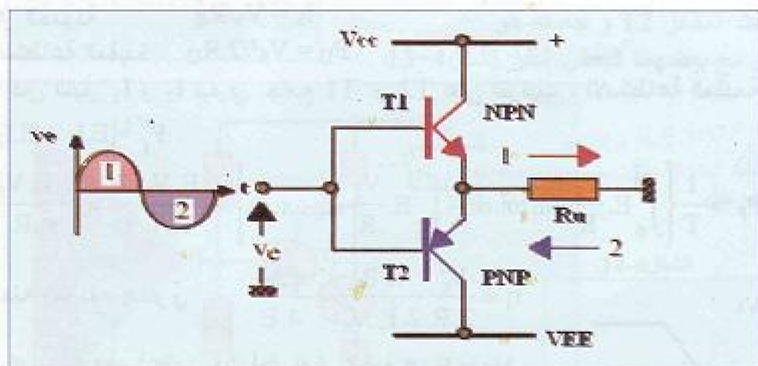
أي $\eta=V_S^2/E^2$

و من جهة أخرى السعة العظمى لتوتر الخروج Vs=E/2 ، و لتجنب تشوه إشارة الخروج يجب أن نبقى تحت صف القيمة العظمى و منه $\eta \leq 25\%$

4) الصنف B :

4-1/ المبدأ :

يستعمل زوج من المقاحل متكاملين ، أي المقحل الأول نوع NPN والمقحل الثاني نوع PNP و يملكان نفس التضخيم و مركبين بجامع مشترك أنظر الشكل 4-7

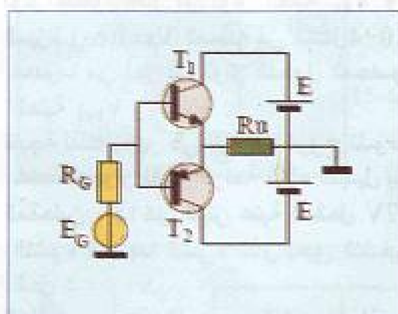


الشكل 4-7

ملاحظة : يسمى هذا التركيب بتركيب دفع و جذب (push-pull)

للحصول على تيار راحة معدوم (النقطة B) أنظر الشكل4-4 ، يُحصر كل مقحل في نصف دور ، أي يكون المقحل T1 ناقل في النوبة الموجبة لتوتر الدخول ، و المقحل T2 في النوبة السالبة هذا يستدعي استعمال مقحلين متكاملين مع تغذيتين متناظرتين بالنسبة للهيكل ، و منه يُقدم التيار الجاري في الحمولة بالتنـــــــاوب بين المقحلين T1 و T2 .

4-2/ خاصية التحويل :



الشكل 4-8

لتكن β1 و β2 تضخيم التيار للمقحل T1 وT2 على الترتيب

المقحل T1 ناقل من أجل E_G موجب و محصور إذا كان سالبا و مشبع من أجل Vs>E لدينا

$I_C = \beta_1 . I_B$ و $V_S = R_U . I_S \approx R_U . I_C$

$V_S = R_U . (\beta_1 + 1) . I_B$

و في المدخل لدينا

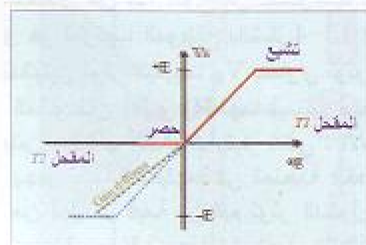
$$-e_G + R_G . I_B + V_{BE} + R_U . I_S = 0$$

نهمل التوتر V_{BE} نجد

$$-e_G + R_G . I_B + R_U . (\beta + 1) . I_B = 0$$

$$I_B \approx e_G / (Ru . \beta_1 + R_G)$$

$$V_S = e_G - R_G . I_B$$



الشكل 4-9

المقحل T1 مركب بجامع مشترك ، يكون ناقلا من أجل النوبات الموجبة و منه .

$$V_S \approx \frac{\beta_1 R_U}{\beta_1 R_U + R_G} e_G$$

T2 ناقل من أجل النوبات السالبة ، بنفس الكيفية نجد .

$$V_S \simeq \frac{\beta_2 R_U}{\beta_2 R_U + R_G} e_G$$

إذا كان المقحلان لهما نفس التضخيم β يكون لخاصية التحويل نفس الميل ، و بالتالي تضخيم النوبتين السالبة و الموجبة يكون متناظر، إذا تحقق هذا الشرط تضخم إشارة الدخول بدون تشوه .

4-3/ مردود الصنف B :

تيار الحمولة $I_S = V_S/R_U$

الاستطاعة المفيدة $P_U = V_S{}^2/2.R_U$

إذا كان التيار I_1 و I_2 تياري جامع T1 و T2 على الترتيب ، الاستطاعة المقدمة من طرف التغذية ه

$$P_f = E.I_1 - E.I_2$$

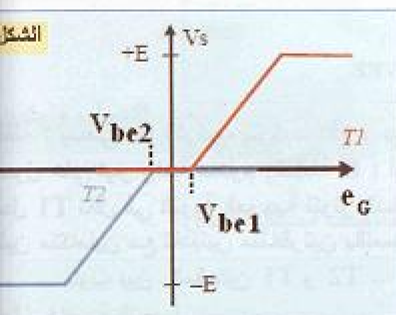
$$P_F = \frac{1}{T}\left\{\int_0^{\frac{T}{2}} E.\frac{V_S}{R}\sin\omega t.dt - \int_{\frac{T}{2}}^{T} E.\frac{V_S}{R}\sin\omega t.dt\right\} = \frac{E.V_S}{R.T}\frac{2}{\omega} = \frac{2.E.V_S}{\pi.R}$$

و منه المردود يساوي
$$\eta = \frac{V_S^2}{2.R}\frac{\pi.R}{2.E.V_S} = \frac{\pi.V_S}{4.E}$$

و يكون المردود أعظمي من أجل توتر الخروج $V_S = E$

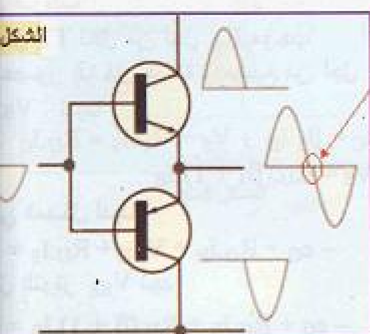
أعظم قيمة يصل إليها المردود في الصنف B هي

$$\eta = \pi/4 \simeq 78,5\ \%$$



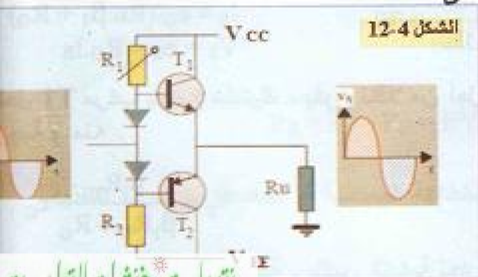
4-4/ تشوه التقاطع :

لا تكون الوصلة قاعدة باعث ناقلة إلا إذا كان توتر الدخول أكبر من توتر العتبة V_{be} ،
الميزة $V_S=f(e_G)$ الممثلة في الشكل4-10 تبين أن V_S يكون معدوما من أجل قيم توتر الدخول المحصورة بين توتري العتبة V_{be1} و V_{be2} .
نتيجة لذلك يظهر في إشارة الخروج تشوه ملحوظ خاصة بجوار نقطة الراحة أثناء التبديل بين عمل المقحلين ، إذا كان توتر عتبة المقحل 0.7V يكون التشوه هام جدا الشيء الذي يعيق التشغيل في الصنف B



الحل :

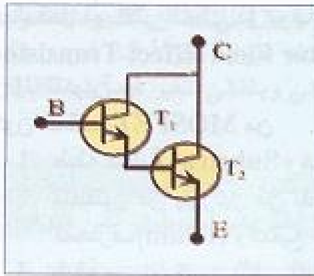
للتخلص من هذا النوع من التشوهات نقترح أحد الحلول و هو التركيب الموضح بالشكل4-12 الذي نستعمل فيه ثنائيتين توترعتبتيهما V_0 يساوي توتر عتبة المقحلين .
المقاومتان R_1 و R_2 لهما قيمتان صغيرتان نسبيا حتى يتم استقطاب الثنائيات بتيار كافي ، الأمر الذي يجعل نقطة تشغيلهما في المنطقة الخطية و هذا من أجل كل قيمة من قيم توتر الدخول الواقعة بين E- و E+ .عمليا تستعمل الثنائيات التي يكون توتر عتبتها أكبر من توتر عتبة المقحلين ، تكون هذه الأخيرة موصولة(ناقلة) دوما و تقدم تيار راحة I_0 ضعيف .



5) تركيب دارلينغتون (Montage Darlington) :

5-1/ التركيب :

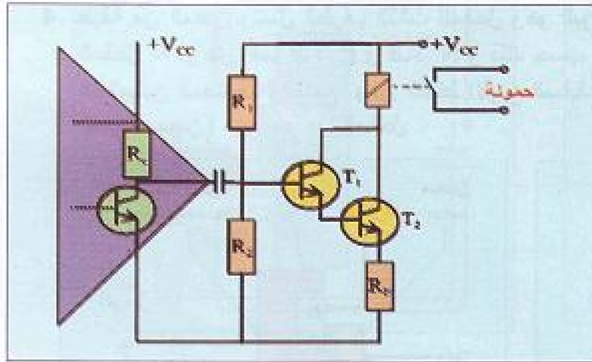
يحتوي تركيب دارلينغتون على مقحلين مركبين كمايلي : يربط باعث المقحل T1 بقاعدة المقحل T2 و جامع المقحل T1 بجامع المقحل T2 و هو بذلك يمثل مقحل قاعدته قاعدة المقحل T1 و باعثه باعث المقحل T2 و جامعه هو جامع المقحلين مربوطين مع بعضهما البعض أنظر الشكل4-13



الشكل4-13

مثال

إستعمال تركيب دارلينقتون في تضخيم إشارة تحكم مرحل



الشكل4-14

5-2/ التركيب المكافئ :

نشاط

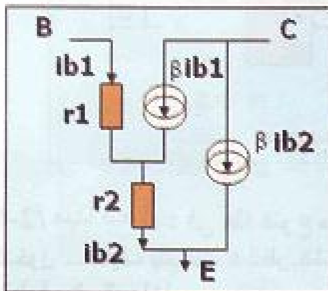
إذا علمت التركيب المكافئ لتركيب دارلينقتون الموضح بالشكل4-15 و أن للمقحلين الوسائط الهجينية التالية $r_1 ; \beta_1$ و $r_2 ; \beta_2$

1- أوجد الوسائط الهجينية للمقحل المكافئ ؟

جواب مختصر

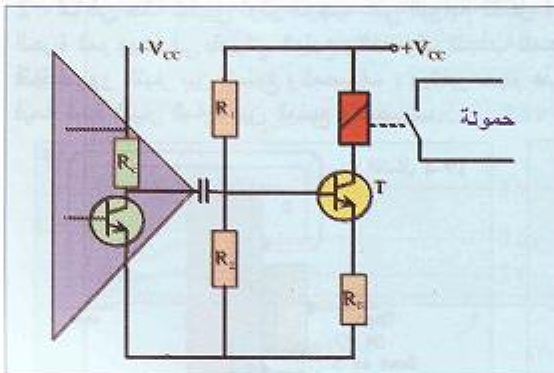
تضخيم التيار $\beta_D = \beta_1 . \beta_2 + \beta_1 + \beta_2$

مقاومة الدخول $r_D = r_1 + \beta . r_2$



الشكل4-15

ملاحظة : $r_1=h_{11}$ و $\beta_1=h_{21}$ بالنسبة للمقحل T1 و نفس الشئ بالنسبة للمقحل T2



الشكل4-16

نتيجة

تركيب دارلينقتون هو مضخم بجامع مشترك يملك تضخيم كبير في التيار و مقاومة دخول معتبرة لذلك فهو يستعمل في تضخيم الإستطاعة

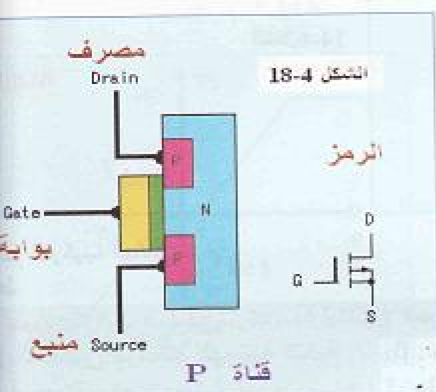
6) المقحل ذو الأثر الحقلي ذو بوابة معزولة :

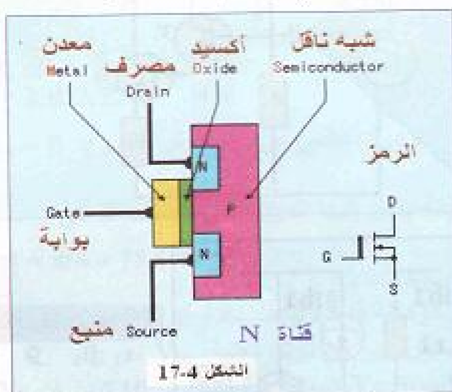
MOSFET (Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor)

6-1/ التكوين :

تتكون المقاحل MOSFET من

1. طبقة سفلية Substrat وهي إما من النوع N الشكل 4-17 أو من النوع P الشكل 4-18
2. منطقتين من بلورتين من نفس النوع بعكس الطبقة السفلية ويمثلان طرفين من أطراف المقحل المصرف (Drain) والمنبع (Source) .
3. طبقة من الأوكسيد (ثاني أكسيد السليكون SIO2) وهي مادة غير موصلة للتيار الكهربائي (عا
4. طبقة من المعدن وتمثل الطرف الثالث للمقحل وهو البوابة (Gâte) ونجد أيضا من الشكل أن المقحل له نوعان هما قناة P و قناة N و ذلك حسب إختيار نوع الطبقة السفلية و البلورتين الجانبيتين المصرف والمنبع. ومن النقاط الأربع السابقة نكون قد عرفنا الجزء MOS (شبه ناقل أكسيد – معدن) من أسم هذا المقحل .



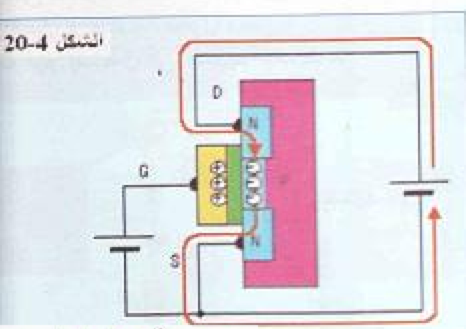


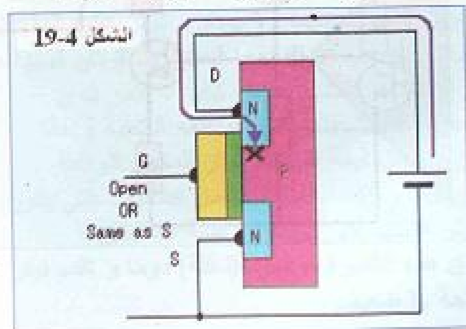
6-2/ مبدأ العمل :

في هذا النوع من المقاحل يتم التحكم في تيار الخروج عن طريق توتر (المجال الكهر الدخول .. فكيف يتم ذلك ؟ أنظر الشكل 4-19 حيث يتم توصيل المصرف بالطرف الموجب للبطارية و الم بالطرف السالب لها.

1- في حالة عدم تطبيق أي توتر على البوابة فإنه لا يمر أي تيار بين المنبع والمصرف أنظر الشكل 4-

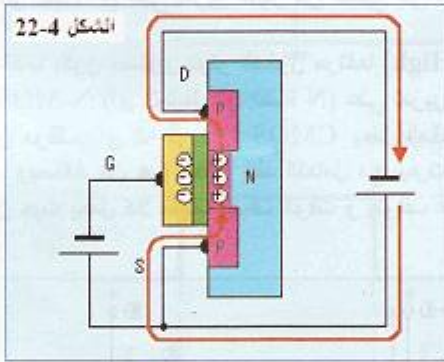
2- أما في حالة تطبيق توتر موجب على البوابة الشكل 4-20 نلاحظ أن (المقحل نوع قناة N) الإلكترو الحرة الموجودة في بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي الموجب الناشئ عند البوابة مكو قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف ، ويتغير حجم هذه القناة تبعا لقوة المجال الكهربائي وبالتالي تتغ قيمة شدة التيار المارة بين المنبع والمصرف.

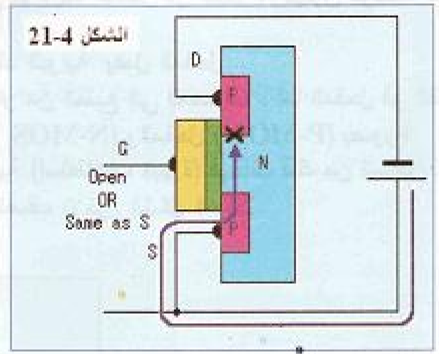




3- في حالة تطبيق توتر سالب على بوابة المقحل نوع القناة P الشكل 4-22 نلاحظ أن الفجوات الموجودة في بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي السالب الناشئ عند البوابة مكونة قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف. ويتغير حجم هذه القناة تبعا لقوة المجال الكهربائي وبالتالي تتغير قيمة شدة التيار المارة تبعا لذلك .

ملاحظة : وجود مادة الأوكسيد (العازلة) بين البوابة وبقية المقحل فإن التيار لا يمر بينهما ، وفقط يتم التحكم في التيار المار بين المنبع والمصرف عن طريق التوتر (المجال الكهربائي) المطبق على البوابة.





6-3/ الخاصية :

تعطى خاصية المقحل بالعلاقة التالية

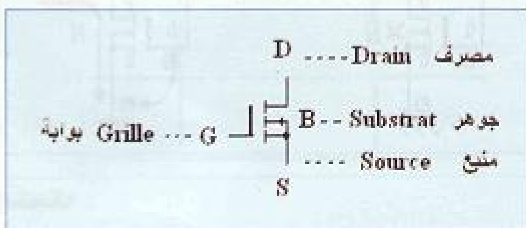
$$I_D = I_{Dss}\,(1 - V_{GS}/V_T)^2$$

حيث يمثل I_{DSS} تيار المصرف الأعظمي و V_T أو V_P توتر القبض

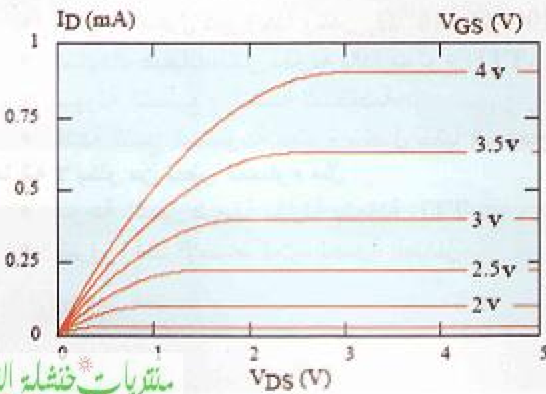
(Tension de pincement)

ملاحظة :

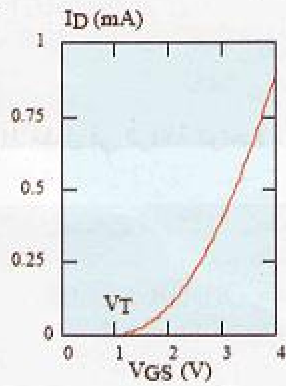
المقحل نوع قناة N



الشكل 4-23



الشكل 4-25



الشكل 4-24

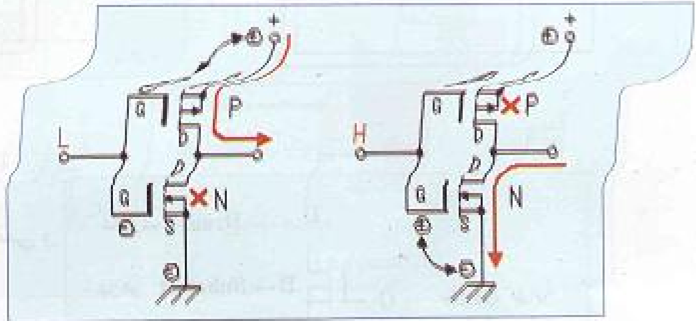
MOSFET/4-6 المتمم (CMOS) : مصطلح CMOS هو أختصار للجملة

Complementary Métal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor

وهو عبارة عن دارة تجمع بين مقحلين من نوعين مختلفين قناة P و قناة N ويكون عمله كالآتي :

1- عندما يكون مستوى توتر الدخول منخفض(LOW) عند البوابة يعمل المقحل P-MOS FET (أي المقحل ذو القناة P) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة N فيكون موقف

2- و عندما يكون مستوى توتر الدخول مرتفعا (High) عند البوابة يعمل المقحل N-MOS FET (أي المقحل ذو القناة N) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة P فيكون موقف. *أي أنه في دارة CMOS يعمل المقحل (N-MOS) والمقحل (P-MOS) بصورة* متناوبة. ويستفاد من هذه الحالة عند التعامل مع تيارت عالية (إستطاعات كبيرة) فيخفف ذلك من تسخين كلا المقحلين حيث يعمل كلا منهما نصف الوقت و يتوقف في النصف الآخر. *الشكل 4-26*



الشكل 4-26

6-5/ إستعماله :

تدخل المقاحل من نوع MOSFET في معظم الدارات الحديثة وخصوصا في بناء الدارات المدمجة والرقمية و ذلك لما تتميز به من

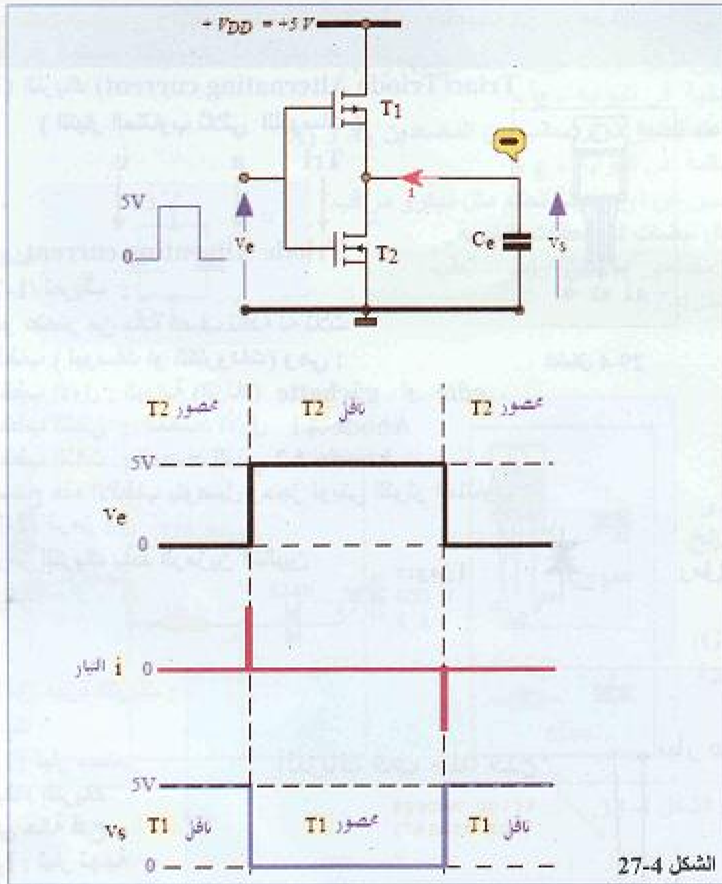
- مقاومة الدخول كبيرة جدا وتقدر $10^{10}\Omega$ أو $10G\ \Omega$.
- إستهلاك ضعيف للتيار مقارنة بالدارت نوع TTL.
- سهولة التصنيع و التكلفة المنخفضة .
- كثافة الدمج المسموحة معتبرة ، تصل حاليا إلى دمج 10^7 مقحل في الرقاقة الواحدة .

كما أنه لا يخلو من بعض المساوء مثل

- سرعة التبديل ضعيفة مقارنة بالعائلة TTL .
- ضرورة أخذ الإحتياط اللازم لحماية المداخل .

مثال

يمثل التركيب الموضح بالشكل4-27 باب منطقي (دالة منطقية أساسية) لا (NON)



الشكل 4-27

نشاط

ماهو الفرق بين المقاحل ثنائية القطبية و المقاحل ذات الأثر الحقلي TEC من ناحية :

- التحكم
- ممانعة الدخول
- الإستهلاك في الطاقة
- الإستعمال

بحث

قارن بين المقحل 2N2222 و المقحل 2N3796 من ناحية الخصائص الكهربائية

أستعن في بحثك بمايلي :

- كتاب الصانع (DATA BOOK)
- الشبكة العنكبوتية Internet

الإشكال المطروح : التضخيم السكوني لا يمكن استعماله في التحكم مباشرة في حمولة في المتناوب .
فما هو العنصر الذي يمكن له القيام بهذا الدور ؟

7) الترياك Triac(Triode Alternating current) :

(التيار المتناوب ثلاثي اللبوسات)

Tri → a → c

Triode Alternting current

A1 A2 G

الشكل 4-29

A1 A2 G

الشكل 4-30

1-7/ تعريف :

هو عنصر من مادة نصف ناقلة له ثلاث أقطاب (لبوسات او الكترودات) وهي :

القطب الاول : البوابة (الزناد) gâchette او *gâte*

القطب الثاني : المصعد الاول Anode A1

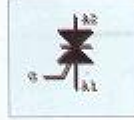
القطب الثالث : المصعد الثاني Anode A2

تسمح هذه الأقطاب بتوصيل وحجز نوبتي التوتر المتناوب

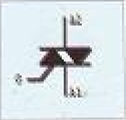
2-7/ الرمز :

يرمز للترياك بإحد الرمزين التاليين

رمز1



رمز2



3-7/ ميزة الترياك :

حيث

I_L : تيار مستمر لبقاء الترياك في حالة قدح

I_H : تيار نهاية قدح الترياك

تيار مباشر

الترياك في حلة قدح

triac amorcé ("on state")

I_L

I_H

توتر عكسي

U

توتر مباشر

I_H

I_L

triac désamorçé ("off state")

الترياك موقف

تيار عكسي

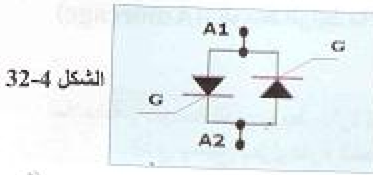
الشكل 4-31

ملاحظة : من خلال الميزة نلاحظ أن الترياك يمكن ان يُوصل (ينقل التيار) في الاستقطاب المباشر والاستقطاب العكسي .

7- /4 مبدأ العمل :

- يقدح الترياك عند تطبيق توتر موجب بين المصعدين A_1 و A_2 مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
- ويقدح الترياك أيضا عند تطبيق توتر سالب بين المصعدين A_1 و A_2 مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
- يُمكن للنبضات أن تصدر عن أي وسيلة تحكم مثل ميكرو مراقب آلي مبرمج ..إلخ وذلك بإرسال نبضات في لحظات مناسبة .

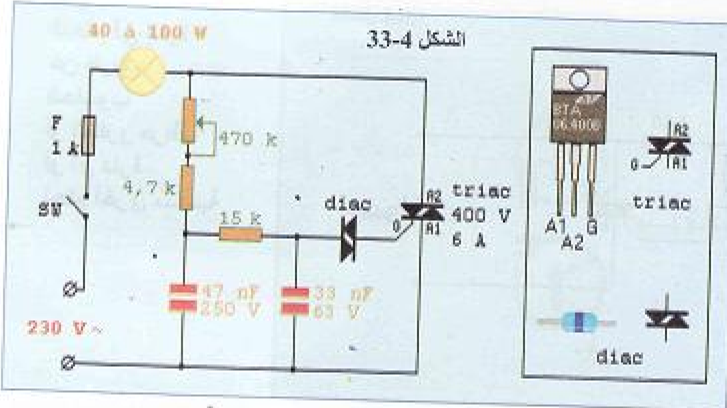
ملاحضة : الترياك يعمل عمل مقداحين مركبين رأسا ـ لعقب و ذلك حسب ما يظهر في الشكل4-32

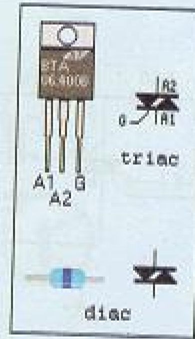


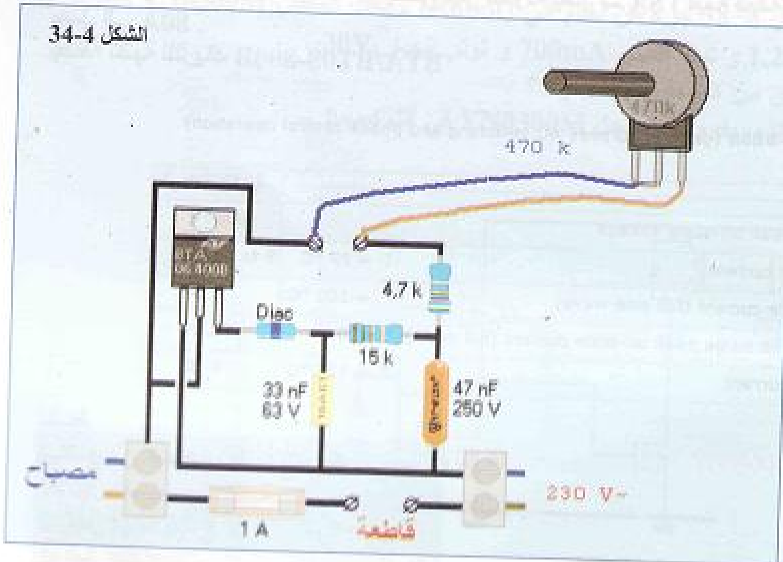
الشكل 4-32

7- /5 الاستعمال :

يُستعمل الترياك لتغذية حلقات التسخين ، الاجهزة الضوئية ، المحركات الصغيرة التي تغذى بتوترات متناوبة مضبوطة ..إلخ
مثال: التركيب عبارة عن درارة ميدنية لمدرج ضوئي (Gradateur de lumière) الدارة مكونة من مقاومة متغيرة و مكثفة موصولة مع الدياك تسمح بالحصول على فرق الطور اللازم للتحكم في تغير شدة إضاءة المصباح الشكل 4-33.

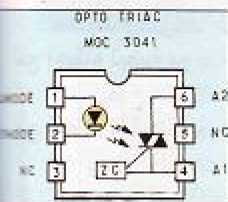






الشكل 4-34 يبين تجسيد المثال السابق باستعمال المركبات الحقيقية

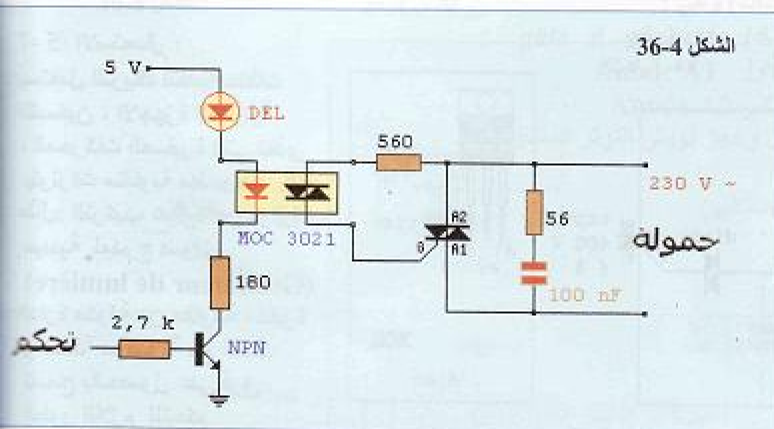
8) الترياك الضوئي Opto - triac



لاستعمال الترياك في التبديل يفضل الاستعانة بالترياك الضوئي
إذ يكفي تطبيق مستوى منخفض لتوتر موجب على الثنائي الضوئي (LED)
للتحكم في الترياك الضوئي ، أي عند إشتعال الثنائي يقدح الترياك
(Amorçage)، الوسط الرابط ما بين الثنائي و الترياك هو الضوء . الشكل 4-35

ملاحظة : الوسط الذي يربط دارة التحكم بدارة الإستطاعة هو الضوء ، الشيء
الذي يسمح بعزل دارة التحكم عن أي تاثير محتمل من دارة الإستطاعة

مثال
التحكم في إنارة
عن طريق
الحاسوب
أو المكرو مراقب
أو أي دارة
تحكم أخرى مناسبة



يتحمل هذا النموذج توترات قد تصل الي 800 v يتم التحكم فيه بتيار بوابة i_{gt} الذي يمكن أن يتراوح ما بين 5 mA الي 50mA ، كما يمكنه ان يعطي تيار حمولة يقدر بـ 8A (قيمة فعالة) وفي نقاط غير متكررة قد يصل إلى 80A .

بطاقة تقنية للترياك BTA/BT08-800B

Triac **BTA/BTB08-800B** (general purpose AC switching and phase control operation)

الرمز	المدلول		القيمة	الوحدة
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltage		800	V
I_{GT}	Gate trigger current	T_j = 25 °C	5 to 50	mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	T_c = 100 °C	8	A
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	t = 20 ms	80	A
I_{GM}	Peak gate current	T_j = 125 °C	4	A

نشاط

إستنتج من البطاقة التقنية للترياك
1- تيار التحكم
2- تيار نهاية القدح
3- تيار القدح
4- ماذا يمثل التيار 80A
5- ماذا تستنتج

تمارين

تمرين 01 :

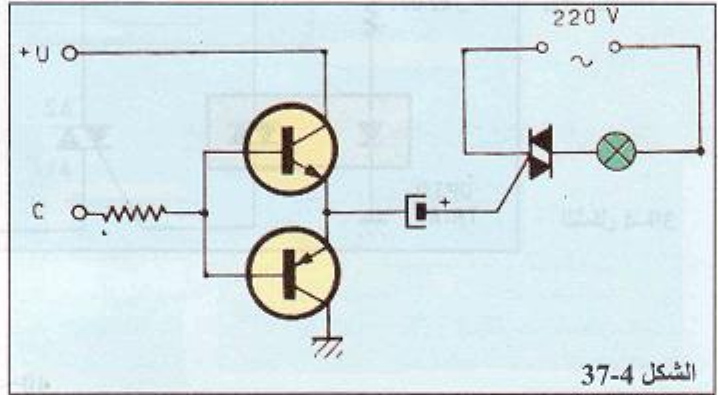
ليكن التركيب الموضح بالشكل 4-37

1- ماذا تمثل الإشارة عند النقطة C؟

2- ماهو دور المقحلين في هذه الحالة ؟

3- هل من الضروري تحسين الإشارة عند مخرج المقحلين علل ؟

4- ماذا يمثل المصباح في التركيب ؟



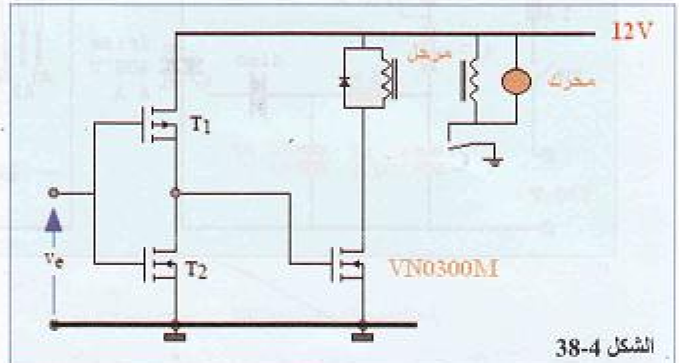
الشكل 4-37

تمرين 02 :

يمثل التركيب الموضح بالشكل 4-38 جزء من نظام آلي (Robot) ، يملك المقحل VN0300M مقاومة r_{DS} في حالة العبور تقدر بـ 1.2 Ω و تيار أقصى 700mA و توتر إنهيار 30V .

1- ماذا يمثل التركيب المكون من المقحلين T_1 و T_2 ؟

2- إشرح بإختصار الدور الذي يقوم به المقحل VN0300M في ألتركيب ؟



الشكل 4-38

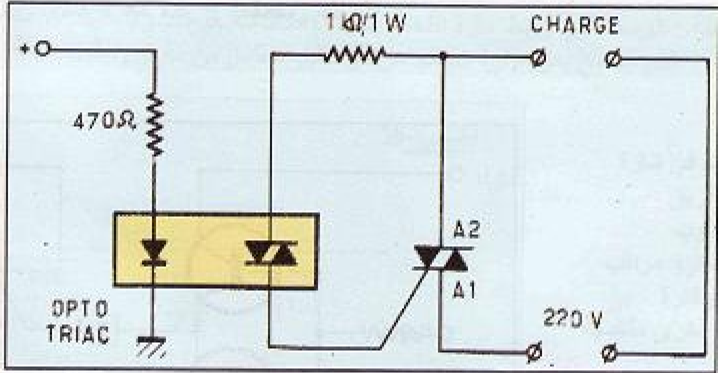
تمرين 03 :

يعطى التركيب الشكل 4-39

1- ينقسم التركيب إلى جزئين حددهما مع إختيار الإسم المناسب لكل منهما ؟

2- ماهي الفائدة التي يقدمها هذا النوع من التركيبات ؟

3- هل بإمكانك تطوير هذا التركيب من ناحية التحكم ؟ ماذا تقترح ؟



الشكل 4-39

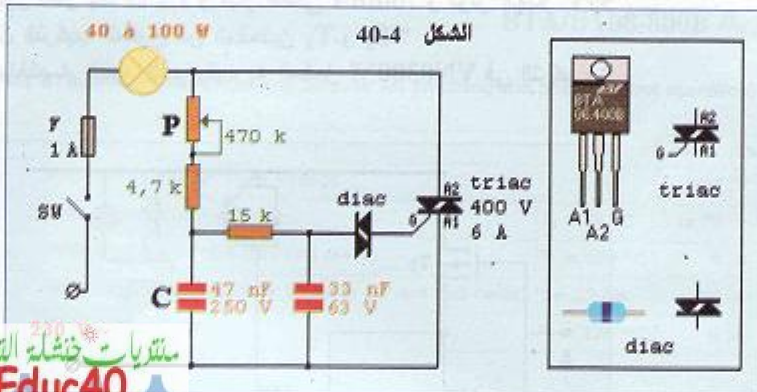
تمرين 04 :

التركيب الممثل بالشكل 4-40

1- ماذا يمثل

2- ماهي فائدته

3- ماهو دور الخلية C -P



تمرين 05 :

يُغذى مصباح يحمل المعلومات التالية
220V 50Hz بمدرج أنظر الشكل 4-41

1- أحسب القيمة الفعالة للتيار الذي يجب أن يتحمله الترياك ؟

2- نبضة التحكم في زناد الترياك متأخرة بـ 5ms بالنسبة لبداية كل نوبة

- مثّل بيانيا التوتر بين طرفي المصباح بدلالة الزمن t

- ثم إستنتج القيمة الفعالة للتوتر المطبق على المصباح ؟

